

**HUBUNGAN ANTARA TINGKAT KEBISINGAN DENGAN
GANGGUAN PENDENGARAN AKIBAT BISING PADA
PETUGAS BANDARA ADI SOEMARMO**

TESIS

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Spesialisasi I
Program Studi Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala Leher



Oleh
Doharni Damayanti Siregar
S921302001

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I ILMU KESEHATAN THT-KL
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET/RSUD Dr. MOEWARDI
SURAKARTA
2017**



**HUBUNGAN ANTARA TINGKAT KEBISINGAN DENGAN
GANGGUAN PENDENGARAN AKBAT BISING PADA
PETUGAS BANDARA ADI SOEMARMO**

HASIL TESIS

Oleh :

Doharni Damayanti Siregar

S921302001

Dewan Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	<u>dr. Dewi Pratiwi, Sp.T.H.T.K.L, Mkes</u> NIP.19651121 2010012001	/2017
Pembimbing II	<u>Dr.dr.Made Setiamika, Sp.T.H.T.K.L (K),FICS</u> NIP.19550727 1983121002	/2017

Telah dinyatakan memenuhi syarat

pada tanggal 2017

Kepala Program Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis I I.K.T.H.T.K.L.

Fakultas Kedokteran UNS




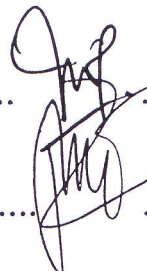
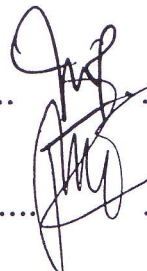
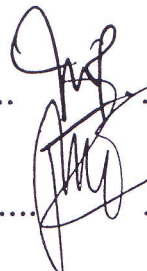
dr. Hadi Sudrajad Sp.T.H.T.K.L(K) Msi.Med

NIP. 196604222000121001

**HUBUNGAN ANTARA TINGKAT KEBISINGAN DENGAN
GANGGUAN PENDENGARAN AKIBAT BISING PADA
PETUGAS BANDARA ADI SOEMARMO**

TESIS

Oleh
Doharni Damayanti Siregar / S921302001

Dewan Penguji	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
	<u>dr. Hadi Sudrajad Sp.T.H.T.K.L (K) Msi.Med.</u> NIP. 196604222000121001	/2017
	<u>dr. S. Hendradewi, Sp.T.H.T.K.L (K)Msi.Med.</u> NIP. 196511212010012 001	/2017
	<u>dr. Novi Primadewi, Sp.T.H.T.K.L, M.Kes.</u> NIP. 19751129 2008122002	/2017
	<u>dr. Putu Wijaya Kandhi, Sp.T.H.T.K.L (K)</u> NIP. 19780620 2011011004	/2017

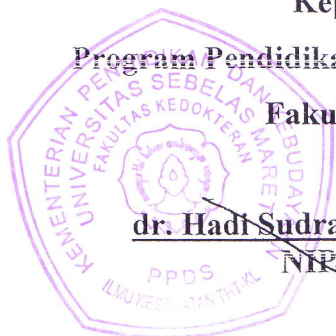
Telah dinyatakan memenuhi syarat
pada tanggal2017

Kepala Program Studi

Program Pendidikan Dokter Spesialis II.K.T.H.T.K.L.

Fakultas Kedokteran UNS

dr. Hadi Sudrajad, Sp/THT-KL (K) ,Msi.Med
NIP. 19660422200121001



PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, peneliti :

Nama : Doharni Damayanti Siregar

NIM : S921302001

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang berjudul “**Hubungan Antara Tingkat Kebisingan Dengan Gangguan Pendengaran Akibat Bising Pada Petugas Bandara Adi Soemarmo**” adalah betul-betul karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam tesis tersebut diberi tanda *citasi* dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan tesci dan gelar yang saya peroleh dari tesis tersebut.

Surakarta, Desember 2017

Yang Membuat Pernyataan

Doharni Damayanti Siregar

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. IDENTITAS

Nama : Doharni Damayanti Siregar
NIM : S921302001
Tempat/tanggal lahir : Sipirok, 17 Juli 1983
Agama : Islam
Jenis kelamin : Perempuan
Pekerjaan : PNS OKU TIMUR SUMSEL

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. TK Kartini Medan : Tahun 1992-1993
2. SD Islam Yabis Bontang Kaltim : Tahun 1993-1998
3. SMP Islam Yabis Bontang Kaltim : Tahun 1998-2000
4. SMUN 2 Samarinda Kaltim : Tahun 2000-2002
5. FK Universitas Muhammadiyah Yogyakarta : Tahun 2002–2008
6. PPDS IK THT-KL FK UNS – Surakarta : Tahun 2013–Sekarang

C. RIWAYAT KELUARGA

1. Nama Orangtua : Bapak Julkifli Siregar
: Ibu Hj.Rismawati Ritonga
2. Nama Saudara : 1. Munawir Sajali Siregar
2. dr. Binsar Pardomuan Siregar
3. Erni Wijayanti, SE
4. dr. Anita Dewi Christiany NQ
3. Nama keponakan : 1. Abrizam Rajendra Abbadnabhan Siregar
2. Alfarezal Shakeil Awwabnabhan Siregar

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Segala puji hanya bagi Allah, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tesis ini, sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar di bidang Program Pendidikan Dokter Spesialis I Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok dan Bedah Kepala Leher Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret/RSUD Dr.Moewardi Surakarta.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan semua guru tercinta selaku staf pendidik serta semua pihak yang turut membantu, maka karya ilmiah ini tidak akanbisa terselesaikan. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada yang terhormat :

Prof. Dr.Ravik Karsidi, Drs,MS, selaku rektor UNS, penulis mengucapkan terimakasih atas kesempatan pendidikan yang diberikan kepada penulis.

Prof. Dr. Hartono dr. M.Si, selaku Dekan FK UNS, penulis mengucapkan terimakasih atas kesempatan pendidikan yang diberikan kepada penulis.

Dr. Suharto Wijanarko, dr., Sp.U., M.kes, selaku Plt.Direktur RSUD Dr. Moewardi, penulis mengucapkan terimakasih atas kesempatan pendidikan dan pekerjaan yang diberikan kepada penulis.

dr. Hadi Sudrajad, Sp. T.H.T.K.L (K) Msi, Medselaku Ketua Program Studi PPDS IK THT-KL FK UNS/RSUD Dr.Moewardi Surakarta, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas segala kesempatan, bimbingan serta doa selama penulis menjalani pendidikan spesialisasi Ilmu Kesehatan THT-KL di FK UNS/RSUD Dr.Moewardi Surakarta.

dr. Dewi Pratiwi, Sp.T.H.T.K.L, M.Kes sebagai pembimbing I. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas waktu dan kesempatan, bimbingan serta dukungan dalam proses penyelesaian tesis ini dan selama penulis menempuh pendidikan spesialisasi Ilmu Kesehatan THT-KL di FK UNS/RSUD Dr.Moewardi Surakarta.

Dr. dr. Made Setiamika, Sp.T.H.T.K.L (K)FICS selaku Kepala Bagian/SMF Ilmu Kesehatan THT-KL Universitas Sebelas Maret sekaligus pembimbing II. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya atas kesempatan dan bimbingan selama penulis menyelesaikan tesis dan mengikuti pendidikan spesialisasi di bidang Ilmu Kesehatan THT-KL.

dr. Putu Wijaya K, Sp.T.H.T.K.L (K) selaku Pembimbing Akademik, penulis mengucapkan terima kasih atas kesempatan, nasihat, dukungan dan bimbingan selama menjalani pendidikan.

Seluruh staff pengajar Ilmu Kesehatan THT-KL FK UNS : **Almarhum Prof.Dr.dr.Muhardjo,DHA,Sp.T.H.T.K.L(K), Almarhum dr.Chairul Hamzah, Sp.T.H.T.K.L(K), dr.Djoko SS Sp.T.H.T.K.L(K),MBA,MARS,Msi., dr.Sutomo Sudono,Sp.T.H.T.K.L (K), dr.Sudarman,Sp.T.H.T.K.L(K),dr. S.Hendradewi, Sp. T.H.T.K.L(K) Msi.Med, dr. Vicky Eko N H, Msc, Sp.T.H.T.K.L(K), dr. Imam Prabowo, Sp.T.H.T.K.L (K)FICS, dr. Novi Primadewi, Sp.T.H.T.K.L, M.kes.,dr. Niken Dyah AK., Sp.T.H.T.K.L, Mkes, dr. Bayu Aristanto Kurniawan, Sp.T.H.T.K.L**, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan arahan selama proses pendidikan dan penyelesaian penelitian ini.

Seluruh staff pengajar Ilmu Kesehatan THT-KL di RS jejaring : **dr. Eko Tavip R, Sp.T.H.T.K.L, Dr.dr.Iwan Setiawan Adji, Sp.T.H.T.K.L, dr. Dony, Sp.T.H.T.K.L,Mkes.,dr.Sunaryo,Sp.T.H.T.K.L, dr.Anton Christanto, Sp.T.H.T.K.L,Mkes.**, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan arahan selama proses pendidikan dan penyelesaian penelitian ini.

dr.Ari Natalia Probandari, Ph.D,MPH selaku penguji dan Ketua Minat Ilmu Biomedik Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret, penulis mengucapkan terima kasih atas semua tuntunan, nasihat, serta bimbingan pada penyusunan tesis ini.

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada PT. Angkasa Pura I, PT. Gapura Angkasa dan PT. Cakrawala sebagai pemegang kantor *airport service* atas

izin dan kesempatan serta bantuan hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian di Bandara Adi Soemarmo. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada petugas kantor *airport service* dan petugas *ground handling* di wilayah apron pesawat di Bandara Adi Moemarmo yang telah bersedia menyetujui *informed consent* dan menjadi subjek penelitian ini atas bantuan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian.

Terima kasih kepada Laboratorium CITO Surakarta atas bantuan dan kerjasamanya dalam menyelesaikan penelitian ini.

Terima kasih kepada teman-teman sejawat tercinta dr. Grace, dr. Alan, dr. hermawan, dr. Gatot, dr. Adi, dan dr. Antok atas bantuannya, semangat, kasih sayang serta dukungannya serta semua residen THT-KL FK UNS/RSUD Dr. Moewardi Surakarta atas semua kebersamaan selama pendidikan.

Terimakasih yang tak terhingga dan penghargaan yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada orang tua dan adik-adikku tercinta, dr. Bobby Fitriantoni, Sp. OG yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis yang tidak terhingga atas segala doa, keikhlasan, kesabaran, pengertian, dorongan, semangat, cinta, kasih sayang dan doa yang tulus sehingga penelitian ini dapat saya selesaikan.

Pada kesempatan ini pula Penulis menyampaikan mohon maaf yang sedalam-dalamnya kepada semua guru, teman sejawat, paramedis dan karyawan di lingkungan Departemen Ilmu kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala dan Leher Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret/SMF THT-KL RSUD Dr. Moewardi Surakarta atas semua kesalahan dan khilaf yang pernah penulis lakukan selama menempuh pendidikan program dokter spesialis.

Penulis menyadari karya ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan agar di kemudian hari penulis dapat menghasilkan karya yang lebih baik lagi.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kita rahmat dan karuniaNya sehingga kita dapat selalu bermanfaat bagi umat, Amin Ya Rabbal' alamin.

Surakarta, Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan masalah.....	3
C. Tujuan penelitian.....	3
D. Manfaat penelitian.....	3
E. Orisinalitas Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Kebisingan	6
1. Definisi	6
2. Sumber Kebisingan`	7
3. Karakteristik Mekanik Suara.....	9
4. Jenis Kebisingan	9
5. Standar Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	10
6. Faktor Yang Mempengaruhi Kebisingan	12
7. Pengukuran Tingkat Kebisingan	12
8. Sumber Bising Pesawat Terbang	14
9. Wilayah Apron Pesawat Udara	14

B. Anatomi dan Fisiologi Alat Pendengaran	15
1. Anatomi Alat Pendengaran	15
2. Fisiologi Pendengaran	20
C. Gangguan Pendengaran Akibat Bising	21
1. Definisi	21
2. Kekerapan	21
3. Dampak Paparan Bising	22
4. Faktor-faktor yang berperan.....	25
5. Pembagian	28
6. Patogenesis	29
7. Pengaruh Riwayat Hiperlipidemia dan Hipertensi terhadap Pendengaran	31
8. Pengaruh Riwayat Diabetes Mellitus terhadap gangguan Pendengaran	32
9. Biomolekuler.....	35
10. Diagnosis.....	36
11. Akibat Ketulian Terhadap Aktivitas Sebagai Tenaga Kerja	41
12. Penataksanaan	42
13. Prognosis	43
14. Pencegahan.....	43
D. Kerangka Teori.....	50
E. Kerangka Konsep	52
F. Hipotesis.....	53
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	54
A. Tempat dan Waktu Penelitian	54
B. Jenis Penelitian.....	54
C. Populasi dan Sampel Penelitian	54
D. Kriteria Inklusi dan Eksklusi	54
E. Variabel Penelitian	55
F. Definisi Operasional.....	55
G. Cara Kerja penelitian.....	61

H. Analisis.....	63
I. Etika Penelitian	63
J. Alur Penelitian	64
BAB IV. HASIL PENELITIAN.....	65
A. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan.....	65
B. Hasil Penilaian Gangguan pendengaran Akibat Bising	66
C. Deskripsi Sampel Penelitian	68
D. Analisis Homogenitas Faktor-Faktor Selain Tingkat Kebisingan..	75
E. Analisis Bivariat Pengaruh Tingkat Kebisingan dan Faktor-Faktor Lain Terhadap Kejadian NIHL	78
1. Pengaruh Tingkat Kebisingan Terhadap Kejadian NIHL.....	78
2. Pengaruh Kofaktor Terhadap Kejadian NIHL	79
F. Analisis Multivariat Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian NIHL	84
BAB V PEMBAHASAN	87
A. Pembahasan	87
B. Keterbatasan Penelitian	97
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	98
A. Kesimpulan	98
B. Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN	

ABSTRAK

HUBUNGAN ANTARA TINGKAT KEBISINGAN DENGAN GANGGUAN PENDENGARAN AKIBAT BISING PADA PETUGAS BANDARA ADI SOEMARMO

Doharni Damayanti Siregar, Dewi Pratiwi, Made Setiamika

Bagian Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala dan Leher
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret/RSUD Dr. Moewardi
Surakarta

Latar Belakang: Kebisingan pesawat > 85 dB terutama di apron pesawat mempengaruhi kesehatan pendengaran petugas bandara. Bising dengan intensitas tinggi akan menyebabkan gangguan pendengaran akibat bising (NIHL).

Tujuan: Mengetahui hubungan antara tingkat kebisingan dengan gangguan pendengaran akibat bising.

Metode: Penelitian ini merupakan studi epidemiologi dengan desain cross sectional, sejak November sampai Desember 2017. Sampel penelitian ini dengan tehnik total sampling, sebanyak 120 orang petugas bandara. Pengukuran tingkat kebisingan pesawat dengan menggunakan alat *sound level meter*. Diagnosis NIHL ditegakkan dari hasil pemeriksaan fisik THT dan pemeriksaan audiometri nada murni. Analisis statistik menggunakan univariat dan bivariat, dengan *chi square* sedangkan multivariat dengan regresi logistik ganda model faktor risiko.

Hasil: Tingkat kebisingan pesawat adalah faktor risiko yang berpengaruh terhadap terjadinya NIHL. Petugas bandara yang terpapar bising memiliki risiko mengalami NIHL 1,649 kali ($p,024; RP > 1$) setelah mengontrol pengaruh dari faktor perancu umur, masa kerja, pemakaian APT, merokok, hipertensi, diabetes melitus dan hiperlipidemia.

Kesimpulan: Terdapat hubungan yang signifikan antara tingkat kebisingan dengan gangguan pendengaran akibat bising pada petugas bandara Adi Soemarmo.

Kata kunci: Tingkat kebisingan pesawat, *Noise induced Hearing Loss*, Hipertensi, Diabetes Melitus, Hiperlipidemia

ABSTRACT

THE RELATION BETWEEN NOISE LEVEL AND HEARING IMPAIRMENT DUE TO RESULT OF NOISE IN ADI SOEMARMO AIRPORT OFFICERS

Doharni Damayanti Siregar, Dewi Pratiwi, Made Setiamika

Ear, Nose, Throat Head and Neck Surgery Department

*Faculty of Medicine, University of Sebelas Maret/ dr. Moewardi Hospital
Surakarta*

Background: Airplane officers noise more than 85 dB especially in apron plane affects hearing health of airport officials. Noise with high intensity can cause Noise Induced Hearing Loss to airport officers.

Objective: To determine the relationship between noise level with hearing impairment due to noise.

Methods: This epidemiological study with cross sectional design, was performed from November to December 2017. The samples were taken by total sampling technique, using 120 airport workers. The Noise level was measured with sound level meter. The diagnosis of NIHL was determined by ENT physical examination and pure audiometer. Statistical analysis of univariate and bivariate were measured with chi square, while multivariate was measured with double logistical regression risk factor mode.

Result: Noise level of airplane was a risk factor for NIHL. The exposed airport's officers had a risk of having NIHL 1.649 times ($p=0.0024$ $RP>1$) after controlling factors of age, work length, APT used, smoking, hypertension, diabetes mellitus and hyperlipidemia.

Conclusion: There is statistically significant correlation between noise level with Noise Induced Hearing Loss in Adi Soemarmo Airport officers.

Keywords: Noise level, Airplane, Noise Induced Hearing Loss, Hypertension, Diabetes mellitus, Hyperlipidemia.

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar

Gambar 2.1. Anatomi Telinga.....	15
Gambar 2.2. Ilustrasi Audiogram Yang Memperlihatkan Noise Notch	38
Gambar 2.3. Audiogram Dengan Takik Pada 4 kHz	39
Gambar 2.4. APT : Sumbat Telinga.....	47
Gambar 2.5. APT : Tutup Telinga	48

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Nilai Ambang Kebisingan Menurut Kep Menaker no. KEP-51/MEN/1999	10
Tabel 2.2. Nilai Ambang Kebisingan Menurut DOLOSHA	11
Tabel 2.1 Pedoman Pemakaian APT	48

DAFTAR SINGKATAN

ABD	: Alat Bantu Dengar
APT	: Alat Pelindung Telinga
ARPTS	: <i>Age Related Permanent Treshold Shift</i>
BM	: <i>Basilar Membrane</i>
DOL OSHA	: <i>Department of Labour Occupational Safety and Healthy Act</i>
DNA	: Deoxyribose Nucleic Acid
EAC	: <i>Ear Auditory Canal</i>
GSK	: Gykogen Synthase Kinase
HCP	: <i>Hearing Conservation Programmes</i>
HPD	: <i>Hearing Protection Devices</i>
LAKESPR	: Lembaga Kesehatan Penerbangan
IHC	: <i>Inner Hair Cell</i>
LAKESPR	: Lembaga Kesehatan Penerbangan dan Ruang Antariksa
NAB	: Nilai Ambang Batas
NI	: <i>Notch Index</i>
NIHL	: <i>Noise Induced Hearing Loss</i>
NIPTS	: <i>Noise Induced Permanent Treshold Shift</i>
NITTS	: <i>Noise Induced Temporary Treshold Shift</i>
OHC	: <i>Outer Hair Cell</i>
PTS	: <i>Permanent Treshold Shift</i>
ROS	: Reactive oxygen spesies
RP	: Rasio Prevalens
SNHL	: <i>Sensorineural Hearing Loss</i>

STS	: <i>Standard Treshold Shift</i>
SIRT	: Sirtuin
TAB	: Tuli Akibat Bising
TM	: <i>Tectorial Membrane</i>
TTS	: <i>Temporary Treshold Shift</i>
TWA	: <i>Time Weighted Average</i>
TTS	: <i>Temporary Threshold Shift</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: <i>Ethical Clearence</i>
Lampiran 2	: Surat Izin Penelitian
Lampiran 3	: Surat Pernyataan Persetujuan
Lampiran 4	: Kuesioner Penelitian
Lampiran 5	: Lembar Pemeriksaan Penelitian
Lampiran 6	: Data Dasar Penelitian
Lampiran 7	: Foto Kegiatan Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Gangguan pendengaran masih menjadi salah satu kelainan yang banyak diderita oleh sebagian pekerja industri baik di negara maju maupun berkembang (Buchari, 2007). Gangguan pendengaran terjadi akibat pajanan bising yang sering dijumpai pada pekerja industri di negara maju maupun negara berkembang, terutama yang belum menerapkan sistem perlindungan dengan baik.

Bising lingkungan kerja merupakan masalah utama pada kesehatan kerja di berbagai negara. Demikian pula dalam bidang kedirgantaraan, pesawat-pesawat udara dengan mesin berteknologi maju, untuk kepentingan sipil sebagai pesawat transportasi udara, membawa risiko akibat pajanan bising pesawat di bidang keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan. (Soetirto, 2009).

Di Indonesia, pesawat sebagai sarana transportasi udara memiliki fungsional tinggi karena memang secara geografis letak Indonesia tidak bisa dijangkau dengan transportasi darat dan air dalam waktu yang cepat. Berkembangnya bandara di Indonesia menjadi salah satu tanda bahwa semakin maju fasilitas transportasi di Indonesia (Setiani, 2015).

Sebagai pusat aktivitas penerbangan, bandara bukan hanya didukung dengan prasarana dan sarana tetapi juga tenaga kerja termasuk petugas-petugas bandara yang berperan penting untuk mendukung efisiensi waktu, kenyamanan dan keamanan pengguna jasa penerbangan (Setiani, 2015).

Kebisingan merupakan salah satu faktor lingkungan tempat kerja yang dapat mempengaruhi kesehatan pendengaran petugas bandara yang bertugas di apron bandara maupun di lingkungan sekitar bandara. Besarnya risiko terpapar dikarenakan sebagian besar pekerjaan dilakukan pada saat mesin pesawat dalam keadaan hidup dan di apron yang luas dan terbuka meningkatkan kejadian gangguan pendengaran. Hal ini juga didukung dengan rendahnya

kesadaran petugas dalam menggunakan Alat Pelindung Telinga (APT) pada saat melaksanakan tugasnya.

Gangguan pendengaran akibat bising atau *noise induced hearing loss*/NIHL adalah tuli akibat terpapar oleh bising yang cukup keras dalam jangka waktu yang cukup lama dan biasanya diakibatkan oleh bising lingkungan kerja (Soetirto, 2009).

Kelainan atau gangguan pendengaran yang disebabkan oleh bising dengan intensitas 85-120 dB dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan hilangnya fungsi pendengaran seseorang yang bersifat *Sensorineural Hearing Loss* (SNHL). Jenis gangguan pendengaran ini lebih dikenal dengan istilah *Noise Induced Hearing Loss* (NIHL). Bising dengan intensitas di atas 85 dB dan berlangsung lama akan mengakibatkan degenerasi organ korti yang menetap dan ireversibel. Meski manusia memiliki mekanisme adaptasi terhadap lingkungan yang mengganggu kesehatannya, namun proses adaptasi ini selain berjalan relatif lamban juga mengenal batas toleransi. Di luar batas toleransi tersebut menyebabkan kesakitan. Selain mekanisme adaptasi tersebut, fungsi pendengaran dipengaruhi beberapa faktor antara lain tingkat kebisingan, umur, pendidikan, riwayat hipertensi, diabetes melitus, hiperlipidemia, status kesehatan, riwayat gangguan kesehatan pendengaran pada keluarga, hobi, masa kerja dan pemakaian Alat Pelindung Telinga (APT) (*National Safety Council, 2010*). Karena gangguan pendengaran akibat bising ini bersifat ireversibel dan tidak dapat dilakukan tindakan pembedahan maupun tindakan medis yang lain, program konservasi pendengaran terutama diagnosis dini sebelum terjadi gangguan pendengaran menjadi sangat penting (Bashiruddin, 2009).

Laporan WHO, tahun 1998 sebagaimana yang disampaikan oleh Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan, Departemen Kesehatan (Depkes) RI, menyatakan bahwa 6-12 % penduduk dunia telah menderita dampak kebisingan dalam berbagai bentuk dan diperkirakan angka tersebut akan terus meningkat.

Gangguan fungsi pendengaran akibat pajanan bising menempati urutan pertama dalam daftar penyakit akibat kerja di Amerika dan Eropa dengan proporsi 35 %, sedangkan di Indonesia berkisar 30 % sampai dengan 50 %. (Depkes RI, 1995; Soetirto, 2009). Penelitian tentang gangguan pendengaran akibat bising di Indonesia telah banyak dilakukan. Sindhusakti (2000) melakukan penelitian pada penduduk yang bertempat tinggal disekitar lebih kurang 50 meter dari ujung timur landasan pacu Bandara Adi Soemarmo Boyolali, didapatkan tingkat kebisingannya adalah sebesar 81.04 dB. Dari penelitian tersebut ditemukan sebanyak 58.3% penduduk dan 53.6 % penduduk yang bertempat tinggal di dua desa yang berdekatan dengan landasan pacu menderita tuli sensori neural akibat bising.

B. RUMUSAN MASALAH

Adakah hubungan antara tingkat kebisingan dengan gangguan pendengaran akibat bising pada petugas Bandara Adi Soemarmo?

C. TUJUAN PENELITIAN

1. Tujuan Umum

Mengetahui hubungan antara tingkat kebisingan dengan gangguan pendengaran akibat bising pada petugas Bandara Adi Soemarmo.

2. Tujuan Khusus

Untuk mengetahui hubungan antara penyakit sistemik seperti hipertensi, diabetes melitus, hiperlipidemia dengan gangguan pendengaran akibat bising.

D. MANFAAT PENELITIAN

1. Manfaat di Bidang Akademis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan acuan untuk melakukan penelitian selanjutnya dan dapat berperan dalam

mengembangkan bagian THT komunitas Fakultas Kedokteran Universitas
Sebelas Maret/RSUD Dr. Moewardi

2. Manfaat di Bidang Pelayanan

Sebagai bahan acuan untuk melaksanakan program konservasi pendengaran bagi para pekerja industri khususnya industri penerbangan yang terpajan oleh bising lingkungan kerja.

3. Manfaat bagi Bandara

Sebagai bahan masukan guna menyusun kebijakan tentang pengendalian dampak kebisingan, dalam rangka pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat bising. Sehingga pekerjaan bisa secara optimal dilakukan.

E. Orisinalitas Penelitian

Penelitian lain yang terkait dengan judul penelitian ini adalah:

	Peneliti (Tahun)	Judul	Variabel	Hasil
1.	H M Nasir and KG Rampal, 2011	<i>Hearing Loss and Contributing Factors Among Airport Workers in Malaysia</i>	Workers who were working in 3 different units	Age >40 years old is the most important risk factors for hearing loss among the workers followed by duration of noise exposure >5years, smoking, duration of service >5 years, exposure to explosion, exposure to vibration and working in engineering unit.

2.	Ning Chia Chang et al., 2007	<i>Hyperlipidemia in noise-induced hearing loss.</i>	The realtionships of cholesterol and triglyseride levels with NIHL	Hypertriglyceridemia are greater risk of NIHL.
3.	Fauziah, dkk, 2013	Hubungan antara kebisingan dan fungsi pendengaran pada petugas PT. Gapura Angkasa di Bandar Udara Sam Ratulangi Manado	Petugas Gapura Angkasa di Bandara Sam Ratulangi	Tidak ada hubungan yang bermakna antara gangguan pendengaran dengan tingkat intensitas bising (p=0,591)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. KEBISINGAN

1. Definisi

Suara adalah pemampatan mekanis atau gelombang longitudinal yang merambat melalui medium. Medium atau zat perantara ini dapat berupa zat cair, padat, gas. Jadi, gelombang bunyi dapat merambat misalnya di dalam air, batu bara, atau udara. Kebanyakan suara adalah merupakan gabungan berbagai sinyal, tetapi suara murni secara teoritis dapat dijelaskan dengan kecepatan osilasi atau frekuensi yang diukur dalam Hertz (Hz) dan amplitudo atau kenyaringan bunyi dengan pengukuran dalam desibel (Tambunan, 2005).

Suara di tempat kerja akan berubah menjadi bising yang merupakan salah satu bahaya kerja (*occupational hazard*) apabila keberadaannya dirasakan mengganggu atau tidak diinginkan, baik secara fisik karena menyakitkan telinga, maupun psikis karena mengganggu konsentrasi dan kelancaran komunikasi (Tambunan, 2005). Kebisingan didefinisikan sebagai bunyi yang tidak diinginkan, yang dapat mengakibatkan kerusakan pendengaran dan berperan dalam terjadinya kecelakaan kerja (*National safety council*, 2010).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 718/Menkes/Per/XI/1987 tentang Kebisingan yang berhubungan dengan

Kesehatan, bahwa kebisingan adalah terjadinya bunyi yang tidak dikehendaki, mengganggu dan/atau membahayakan kesehatan (Depkes RI, 1995). Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No. Kep-51/Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja, menyatakan bahwa kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan/atau alat-alat kerja, yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Depnakertrans, 1999).

2. Sumber Kebisingan

Kebisingan merupakan suatu masalah yang tidak dapat dihindari akibat kemajuan sarana transportasi. Gangguan pendengaran akibat bising adalah penurunan pendengaran tipe sensorineural, yang pada awalnya tidak disadari, karena belum mengganggu percakapan sehari-hari. Faktor risiko yang berpengaruh pada derajat parahnya ketulian ialah intensitas bising, frekuensi, lama pajanan perhari, lama masa kerja, kepekaan individu, umur dan faktor lain yang dapat berpengaruh (Buchari, 2007). Sumber kebisingan berasal dari aktivitas alam (misalnya angin, gas, cairan) serta berasal dari aktivitas buatan manusia (misalnya suara mesin, kipas angin, tembakan, alat-alat transportasi, proses kerja di pabrik).

Sumber utama kebisingan di tempat kerja adalah sebagai berikut (Tambunan, 2005) :

a. Bunyi mesin

Jenis mesin yang menimbulkan kebisingan di tempat kerja sangat bervariasi, demikian pula karakteristik bising yang dihasilkan. Mesin pembangkit tenaga listrik seperti genset, mesin diesel, mesin kendaraan bermotor, mesin pesawat dan sebagainya menjadi sumber kebisingan.

b. Alat kerja

Proses menggerinda permukaan metal, penghalusan permukaan benda kerja, penyemprotan, pengupasan cat (*sand blasting*), pengelingan (*riveting*), memalu (*hammering*), dan pemotongan (*cutting*), penggergajian rantai (*chain-saw*) serta penggergajian putar (*circular blade*) menimbulkan kebisingan.

c. Aliran material

Aliran gas, air, atau material-material cair dalam pipa, proses penambahan tekanan (*high pressure processes*), pencampuran beberapa material serta proses transportasi (air, darat dan udara) menimbulkan kebisingan.

d. Manusia/pekerja

Dibandingkan dengan sumber kebisingan lainnya, tingkat kebisingan dari suara manusia memang jauh lebih kecil, namun tetap diperhitungkan sebagai sumber kebisingan di tempat kerja.

3. Karakteristik Mekanik Suara

Gelombang suara termasuk gelombang mekanik (Tambunan, 2005). Sama seperti umumnya gelombang mekanik, suara memiliki karakteristik dalam penyebaran gelombang, yaitu dapat dipantulkan (*reflection*), dapat digabungkan (*interfered*), dapat dibelokkan (*refraction*) dan dapat didefraksi (*diffraction*).

4. Jenis Kebisingan

Menurut Babba (2007), kebisingan di tempat kerja diklasifikasikan ke dalam dua jenis golongan, yaitu :

- a. Kebisingan yang tetap (*steady noise*) dipisahkan lagi menjadi dua jenis, yaitu :
 1. Kebisingan dengan frekuensi terputus (*discrete frequency noise*). Kebisingan ini merupakan nada-nada murni pada frekuensi yang beragam. Contohnya suara mesin, suara kipas dan sebagainya.
 2. Kebisingan tetap (*Broad band noise*), kebisingan dengan frekuensi terputus dan Broad band noise sama-sama digolongkan sebagai kebisingan tetap (*steady noise*). Perbedaannya adalah *broad band noise* terjadi pada frekuensi yang lebih bervariasi.
- b. Kebisingan tidak tetap (*unsteady noise*) dibagi lagi menjadi tiga jenis, yaitu :
 1. Kebisingan fluktuatif (*fluctuating noise*), kebisingan yang selalu berubah-ubah selama rentang waktu tertentu.
 2. *Intermittent noise*, kebisingan yang terputus-putus dan besarnya dapat berubah-ubah. Contoh kebisingan lalu lintas.
 3. Kebisingan impulsif (*Impulsive noise*), kebisingan ini dihasilkan oleh suara-suara berintensitas tinggi (memekakkan telinga) dalam waktu relatif singkat, misalnya suara ledakan senjata dan alat-alat sejenisnya.

Bising yang dianggap lebih sering merusak pendengaran adalah

bising yang bersifat kontinyu, terutama yang memiliki spektrum frekuensi lebar dan intensitas yang tinggi.

5. Standar Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai Ambang Batas (NAB), adalah standar faktor tempat kerja yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaannya sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. Tingkat intensitas maksimal untuk “*Noise exposure time*” atau waktu paparan kebisingan selama 8 jam, 40 jam per minggu adalah 85 desibel. Jika kebisingan lebih dari 85 dBA, waktu kerjanya harus diperpendek. Jika lamanya shift lebih dari 8 jam, maka tingkat kebisingan yang ada harus diturunkan.

NAB kebisingan menurut Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: Kep-51/Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik di tempat kerja untuk kebisingan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Nilai Ambang Kebisingan menurut Kep Menaker no. KEP- 51/MEN/1999

Waktu Pemaparan per-hari		Intensitas (dBA)
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7.5		103
3.75		106
1.88		109
0.94		112
28.12	Detik	115

14.06		118
7.03		121
3.52		124
1.75		127
0.88		130
0.44		133
0.22		136
0.11		139

Sumber: Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI, 1999

Seperti diketahui, NAB kebisingan di tempat kerja yang berlaku di Indonesia adalah 85 dBA, sedangkan jumlah, jenis pengukuran dan penilaian berkala ditentukan oleh sifat dan besarnya bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh kebisingan. Oleh karena itu, perlu diusahakan agar kebisingan di tempat kerja lebih rendah dari NAB tersebut, melalui tindakan teknis, dan apabila tidak mungkin dilakukan, pemakaian alat pelindung diri yang memenuhi syarat harus diadakan.

Di USA telah ditentukan batas waktu pemaparan bising yang diperkenankan, seperti yang dikeluarkan DOL OSHA (*Department of Labour Occupational Safety and Health Act*) dalam tabel berikut ini: (*Criteria for A Recommended Standard*, 2016).

Tabel 2.2. Nilai Ambang Kebisingan menurut DOLOSHA

WaktuPajanan per-hari (jam)	Intensitas Kebisingan (dBA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1	105
½	110
¼	115

Sumber: *Criteria for A Recommended standard*, 2016

6. Faktor yang Mempengaruhi Kebisingan

Tingkat kebisingan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

1. Sumber suara, yang meliputi keadaan konstruksi, metode kerja dan keadaan mesin
2. Jarak, yaitu jauh dan dekatnya jarak dari sumber bising akan menentukan tingkat kebisingan yang diterima.
3. Media, yaitu media penghantar bunyi meliputi zat padat, zat cair dan gas yang mempunyai sifat penghantar yang berbeda.
4. Suhu udara, yaitu semakin tinggi suhu udara, cepat rambat bunyi semakin cepat sehingga tingkat kebisingan semakin tinggi pula.
5. Arah dan kecepatan angin, yaitu bila orang yang menerima bunyi berada pada posisi searah dengan arah angin, maka bunyi yang diterima akan lebih tinggi dibandingkan dengan pada posisi berlawanan dengan arah angin.
6. Kelembaban, yaitu semakin lembab udara, maka cepat rambat bunyi semakin tinggi, sehingga kebisingan yang diterima semakin tinggi.
7. Penghalang, yaitu adanya penghalang seperti dinding tembok berfungsi sebagai penghambat atau penyerap kebisingan. Kemampuan suatu penghalang untuk menghambat kebisingan dipengaruhi oleh karakteristik material dan jarak.
8. Penerima, yaitu karakteristik pekerja seperti jenis pekerjaan, cara kerja, waktu kerja serta penggunaan alat pelindung diri/telinga akan mempengaruhi tingkat kebisingan yang diterimanya.

7. Pengukuran Tingkat Kebisingan

Tingkat kebisingan merupakan fungsi amplitudo gelombang suara dan dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Alat untuk mengukur tingkat kebisingan adalah *Sound Level Meter*. Alat ini mampu mengukur kebisingan di antara 30- 130 dB dan frekuensi-frekuensi dari 20-20.000 (Tambunan, 2005). .Pengukuran kebisingan ditujukan untuk membandingkan hasil pengukuran suatu saat dengan standar yang

ditetapkan, serta merupakan langkah awal untuk pengendalian (Soetirto, 2007).

Sound Level Meter terdiri dari mikrofon, *amplifier*, sirkuit “*attenuator*” dan beberapa alat lainnya. *Sound Level Meter* dibuat berdasarkan standar ANSI (*American National Standard Institute*) tahun 1977. Untuk melihat efek kebisingan terhadap pendengaran, tingkat kebisingan (*sound level*) diukur dengan *Sound Level Meter* melalui jaringan penyaring yang terstandarisasi, yang dikenal dengan skala A (*A-weighting*). Alat tersebut akan meredam amplitudo bunyi pada frekuensi di bawah 500 Hz dan di atas 10.000 Hz, dimana hal ini berkaitan dengan kerasnya bunyi yang didengar. Tingkat kebisingan yang diukur dengan jaringan penyaring tersebut, dituliskan sebagai dBA (Richard L *et al.*, 2004; Humes LE *et al.*, 2006).

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 48 tahun 1996 tanggal 25 November 1996, pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara :

1) Cara sederhana

Dengan sebuah *sound level meter*, diukur tingkat tekanan bunyi dBA selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik.

2) Cara Langsung

Dengan sebuah *integrating sound level meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran LTMS, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit. Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (LSM) dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (LS) pada selang waktu 06.00-22. 00 dan aktifitas dalam hari selama 8 jam (LM) pada selang 22.00-06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran, sebagai contoh:

- L1 diambil pada jam 7.00 mewakili jam 06.00-09.00
- L2 diambil pada jam 10.00 mewakili jam 09.00-11.00
- L3 diambil pada jam 15.00 mewakili jam 14.00-17.00
- L4 diambil pada jam 20.00 mewakili jam 17.00-22.00
- L5 diambil pada jam 23.00 mewakili jam 22.00-24.00
- L6 diambil pada jam 01.00 mewakili jam 24.00-03.00
- L7 diambil pada jam 04.00 mewakili jam 03.00-06.00

8. Sumber Bising Pesawat Terbang

Sumber bising utama pada pesawat terbang adalah (Smith *et al.*, 2004):

- a. *Turbojet engine noise*, yaitu kebisingan yang dikeluarkan dari pergerakan mesin dan berakselerasi dengan udara luar melalui *nozel*.
- b. *Turbofan engine noise*, yaitu kebisingan yang dihasilkan oleh kompresor dan turbin.
- c. *Aerodynamic noise*, yaitu kebisingan yang dihasilkan oleh aliran udara di bawah badan pesawat terbang, rongga-rongga pesawat, roda gigi pendaratan dan bagian permukaan pesawat.
- d. *Propeller aircraft noise*, yaitu kebisingan yang berasal dari kekuatan gas di turbin atau dari kerja piston mesin pesawat.

9. Wilayah apron Pesawat udara (Wilayah Bising Pesawat)

Apron adalah parkir atau penyimpanan pesawat yang posisinya terletak antara bangunan terminal dan *taxiway* yang dimaksudkan untuk menempatkan pesawat terbang agar cepat memuat dan menurunkan penumpang, angkutan surat, barang atau kargo, kegiatan pemeliharaan pesawat, melayani arus pesawat dan arus peralatan yang melayani pesawat di darat. Sehubungan dengan efisiensi dari bandara, adalah sangat penting untuk menempatkan apron dengan bangunan terminal. Dibuat cukup luas sehingga bila pesawat yang tidak melakukan proses lepas landas pesawat lain dapat menyalipnya. *Apron safety line marking* merupakan marka atau

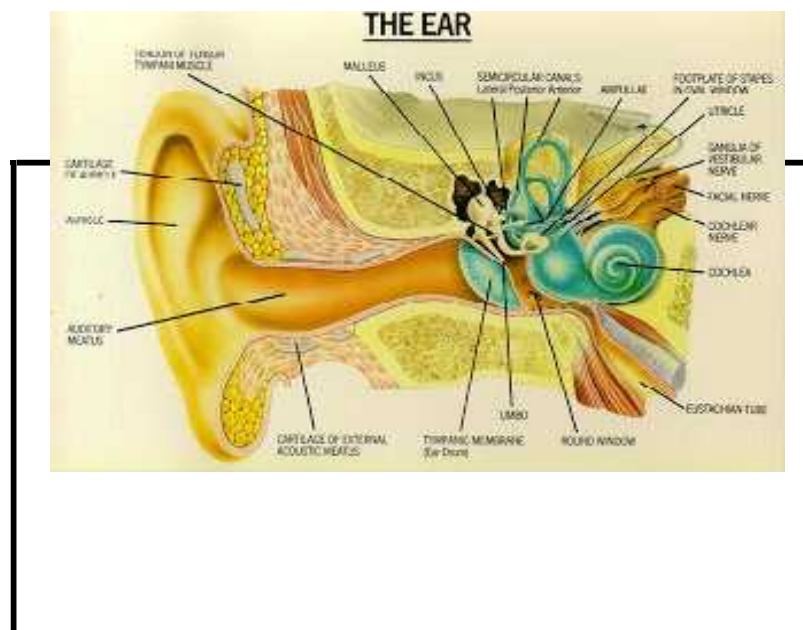
garis merah tidak terputus pada apron dengan lebarnya 0,15 m yang fungsinya adalah menunjukkan batas yang aman bagi pesawat udara dari pergerakan peralatan pelayanan darat. Suatu daerah tertutup tempat pesawat udara di parkir selama pelayanan *grownd handling* diberikan. Daerah ini merupakan daerah dengan intensitas bising yang sangat tinggi yang berefek kurang baik untuk indera pendengaran.

Marka daerah pergerakan pesawat udara adalah suatu tanda yang ditulis atau digambarkan pada jalan di daerah pergerakan pesawat udara dengan maksud untuk memberikan suatu petunjuk, menginformasikan suatu kondisi, dan batas-batas keselamatan penerbangan. Marka di daerah pergerakan pesawat udara dituliskan atau digambarkan pada permukaan landas pacu, landas ancang dan apron.

B. ANATOMI DAN FISILOGI ALAT PENDENGARAN

1. Anatomi Alat Pendengaran

Secara anatomis, telinga manusia terdiri dari tiga bagian, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.



Gambar 2.1. Anatomi Telinga

a. Telinga Luar

Telinga luar terdiri atas daun telinga dan liang telinga. Daun telinga (aurikula/pinna) merupakan lipatan kulit yang membungkus fibrokartilago kecuali pada bagian lobulus dan antara tragus-anti heliks. Lubang liang telinga disebut meatus akustikus eksternus, sementara salurannya disebut kanalis auditorius eksternus.

Telinga bagian luar berfungsi sebagai mikrofon, yaitu menampung gelombang suara dan menyebabkan membran timpani bergetar. Semakin tinggi frekuensi getaran semakin cepat pula membran tersebut bergetar, begitu pula sebaliknya (Boies *et al.*, 2016; Wright A, 2006).

b. Telinga Tengah

Telinga tengah secara anatomis dibagi menjadi: membran timpani, kavum timpani, tuba eustachius, dan atrium mastoid beserta selulaenya.

Kavum timpani berbentuk kubus tidak beraturan dengan volume \pm 2.5 cc.

Isi dari kavum timpani: (Boies *et al.*, 2016; Wright A, 2006)

- a. Tulang pendengaran: maleus, inkus, stapes
- b. Ligamen: malei lateral, malei superior, inkudis posterior
- c. Tendo otot: m. tensor timpani, m. stapedius
- d. Saraf: korda timpani, n. stapedius

Membran timpani merupakan batas lateral telinga tengah, tempat melekatnya manubrium maleus. Pada bagian atas manubrium maleus terdapat insersi otot tensor timpani yang dipersarafi oleh nervus trigeminus. Kontraksi otot tensor timpani akan menarik manubrium maleus ke arah anteromedial, mengakibatkan membran timpani bergerak ke arah dalam, sehingga jumlah energi suara yang masuk dibatasi (Mills *et al.*, 2006).

Otot lain yang juga berfungsi melindungi koklea adalah otot stapedius, yang dipersarafi oleh cabang stapediale nervus fasialis.

Kontraksi otot stapedius menyebabkan lempeng kaki (*foot plate*) stapes menjauhi tingkap lonjong, sehingga jumlah energi suara yang diteruskan ke telinga dalam dibatasi. Aktivitas dari otot stapedius disebut reflek stapedius dan pada manusia baru timbul bila intensitas bunyi kuat. Refleks otot ini berfungsi melindungi kokhlea dan efektif pada frekuensi kurang dari 2 kHz (Mills *et al.*, 2006).

c. Telinga Dalam

Labirin (telinga dalam) mengandung organ pendengaran dan keseimbangan, terletak pada pars petrosa os temporal (Boies *et al.*, 2016).

Labirin terdiri dari :

1. Labirin bagian tulang

terdiri dari : kanalis semisirkularis, vestibulum dan kokhlea.

2. Labirin bagian membran

Terletak didalam labirin bagian tulang, terdiri dari : kanalis semisirkularis, utrikulus, sakulus, sakus dan duktus endolimfatikus serta kokhlea.

Antara labirin bagian tulang dan membran terdapat suatu ruangan yang berisi cairan perilimfe yang berasal dari cairan serebrospinalis dan filtrasi dari darah. Di dalam labirin bagian membran terdapat cairan endolimfe yang diproduksi oleh stria vaskularis dan diresorpsi pada sakus endolimfatikus (Boies *et al.*, 2016; Wright A, 2006).

Kokhlea

Kokhlea terletak didepan vestibulum menyerupai rumah siput dengan panjang $\pm 30-35$ mm. Kokhlea membentuk $2\frac{1}{2} - 2\frac{3}{4}$ kali putaran dengan sumbunya yang disebut modiolus yang berisi berkas saraf dan suplai darah dari arteri vertebralis. Kemudian serabut saraf ini berjalan ke lamina spiralis ossea untuk mencapai sel- sel sensorik organ korti koklea bagian tulang dibagi dua sekat. Bagian dalam sekat ini adalah lamina spiralis ossea dan bagian luarnya adalah lamina spiralis

membranasea, sehingga ruang yang mengandung perilimfe terbagi 2 yaitu skala vestibuli dan skala timpani. Kedua skala ini bertemu pada ujung kokhlea yang disebut helikotrema. Skala vestibuli berawal pada foramen ovale dan skala timpani berakhir pada foramen rotundum. Pertemuan antara lamina spiralis ossea dan membranasea ke arah perifer membentuk suatu membran yang tipis yang disebut membran Reissner yang memisahkan skala vestibuli dengan skala media (duktus kokhlearis). Duktus kokhlearis berbentuk segitiga, dihubungkan dengan labirin tulang oleh jaringan ikat penyambung periosteal dan mengandung *end organ* dari kokhlearis dan organ Korti. Duktus kokhlearis berhubungan dengan sakulus dengan perantaraan duktus Reuniens (Boies *et al.*, 2016; Wright A, 2006).

Organ Korti terletak diatas membran basilaris yang mengandung organ-organ penting untuk mekanisme saraf perifer pendengaran. Organ Korti terdiri dari satu baris sel rambut dalam yang berisi kira-kira 3000 sel dan 3 baris sel rambut luar yang berisi kira-kira 12.000 sel. Sel-sel ini menggantung lewat lubang-lubang lengan horisontal dari suatu jungkat-jungkit yang dibentuk oleh sel-sel penyokong. Ujung saraf aferen dan eferen menempel pada ujung bawah sel rambut. Pada permukaan sel rambut terdapat stereosilia yang melekat pada suatu selubung yang cenderung datar yang dikenal sebagai membran tektoria. Membran tektoria disekresi dan disokong oleh limbus (Boies *et al.*, 2016; Wright A, 2006).

Vaskularisasi

Vaskularisasi telinga dalam berasal dari a. auditori interna (a. labirintin) yang berasal dari a. serebelli inferior anterior atau langsung dari a. basilaris yang merupakan suatu *end artery* dan tidak mempunyai pembuluh darah anastomosis. Setelah memasuki meatus akustikus internus, arteri ini bercabang 3 yaitu: (Boeis *et al.*, 2016; Wright A, 2006).

1. Arteri vestibularis anterior

Memberikan vaskularisasi ke makula utrikuli, sebagian makula sakuli, krista ampularis, kanalis semisirkularis superior dan lateral serta sebagian dari utrikulus dan sakulus.

2. Arteri vestibule kokhlearis

Memberikan vaskularisasi ke makula sakuli, kanalis semisirkularis posterior, bagian inferior utrikulus dan sakulus serta putaran basal dari koklea.

3. Arteri kokhlearis

Yang memasuki modiolus dan menjadi pembuluh-pembuluh arteri spiral yang memberikan vaskularisasi ke organ Korti, skala vestibuli, skala timpani sebelum berakhir pada stria vaskularis.

Aliran vena pada telinga dalam melalui 3 jalur utama:

1. Vena auditori interna

Memberikan vaskularisasi ke putaran tengah dan apikal kokhlea.

2. Vena akuaduktus kokhlearis dan berakhir pada sinus petrosus inferior.

3. Vena akuaduktus vestibularis

Memberikan vaskularisasi ke kanalis semisirkularis sampai utrikulus. Vena ini mengikuti duktus endolimfatikus dan masuk ke sinus sigmoid.

Inervasi

N. akustikus bersama N. fasialis masuk ke dalam porus dari meatus akustikus internus dan bercabang dua sebagai N. vestibularis dan N. koklearis. Pada dasar meatus akustikus internus terletak ganglion vestibulare dan pada modiolus terletak ganglion spirale.

2. Fisiologi Pendengaran

Getaran suara ditangkap oleh daun telinga yang diteruskan ke liang telinga dan mengenai membran timpani sehingga membran timpani bergetar. Getaran ini diteruskan ke tulang-tulang pendengaran yang berhubungan satu sama lain. Selanjutnya stapes menggerakkan foramen ovale yang juga menggerakkan perilimfe dalam skala vestibuli. Getaran diteruskan melalui membran Reissner yang mendorong endolimfe dan membran basalis ke arah bawah dan perilimfe dalam skala timpani akan bergerak sehingga foramen rotundum terdorong ke arah luar (Soetirto, 2007).

Pada waktu istirahat, ujung sel rambut Korti berkelok, dan dengan terdorongnya membran basal, ujung sel rambut itu menjadi lurus. Rangsangan fisik ini berubah menjadi rangsangan listrik akibat adanya perbedaan ion Natrium dan Kalium yang diteruskan ke cabang-cabang N. VIII, kemudian meneruskan rangsangan itu ke pusat sensorik pendengaran di otak melalui saraf pusat yang ada di lobus temporalis. (Soetirto, 2007)

C. GANGGUAN PENDENGARAN AKIBAT BISING

1. Definisi

Bising yang intensitasnya 85 dB atau lebih dapat mengakibatkan degenerasi pada reseptor pendengaran korti di telinga dalam. Yang sering mengalami degenerasi adalah alat korti untuk reseptor bunyi berfrekuensi 3000 Hz sampai dengan 6000 Hz dan yang terberat kerusakan alat korti adalah untuk reseptor bunyi 4000 Hz (Soetirto, 2007).

Gangguan pendengaran akibat bising (NIHL) adalah tuli akibat terpapar oleh bising yang cukup keras dalam jangka waktu yang cukup lama dan biasanya diakibatkan oleh bising lingkungan kerja. Sifat gangguannya adalah tuli sensorineural tipe kokhlea dan umumnya terjadi pada kedua telinga (Soetirto, 2007).

2. Kekerapan

Bising lingkungan kerja merupakan masalah utama pada kesehatan kerja di berbagai negara. Sedikitnya 7 juta orang (35 % dari total populasi industri di Amerika dan Eropa) terpajan bising 85 dB atau lebih (Heggins II, 2011).

Di Amerika lebih dari 5,1 juta pekerja terpajan bising dengan intensitas lebih dari 85 dB. Barrs melaporkan pada 246 orang tenaga kerja yang memeriksakan telinga untuk keperluan ganti rugi asuransi, ditemukan 85 % menderita tuli saraf, dan dari jumlah tersebut 37 % didapatkan gambaran takik pada frekuensi 4000 Hz dan 6000 Hz (Rabinowitz, 2011).

Gangguan fungsi pendengaran akibat terpajan bising menempati urutan pertama dalam daftar penyakit akibat kerja di Amerika dan Eropa dengan proporsi 35 %, sedangkan di Indonesia berkisar 30 % sampai dengan 50 % (Depkes RI, 1995; Soetirto, 2007). Penelitian tentang gangguan pendengaran akibat bising di Indonesia telah banyak dilakukan. Sindhusakti (2000) melakukan penelitian pada penduduk yang bertempat tinggal di sekitar lebih kurang 50 meter dari ujung timur landasan pacu Bandara Adi Soemarmo Boyolali, didapatkan tingkat kebisingannya adalah sebesar 81.04 dB. Dari penelitian tersebut ditemukan sebanyak 58.3% penduduk dan 53.6% penduduk yang bertempat tinggal di dua desa yang berdekatan dengan landasan pacu menderita tuli sensorineural akibat bising.

3. Dampak Paparan Bising

Dampak kebisingan pada manusia dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu dampak non-auditori (*non auditory effects*) dan dampak auditori (*auditory effects*) (*National Safety Council, 2010*).

a. Dampak non-auditori

Akibat paparan kebisingan, pada sepuluh menit pertama tubuh manusia akan melakukan penyesuaian fungsi biologi dengan cara meningkatkan denyut jantung, yang akan mengakibatkan terjadinya

nyeri atau sakit kepala, peningkatan tekanan darah dan frekuensi pernapasan. Selain itu hormon adrenalin dan kortisol juga meningkat, sehingga meningkatkan kadar gula dan lemak dalam darah. Dapat terjadinya berbagai macam stress seperti mudah marah, penurunan tingkat konsentrasi, kelelahan, depresi dan gangguan tidur. Juga terjadi peningkatan peristaltik sistem gastrointestinal. Beberapa hasil penelitian telah membuktikan bahwa kebisingan di atas 55 dBA selain terasa mengganggu, juga mengakibatkan penurunan kinerja.

Dampak lain akibat pajanan bising adalah meningkatnya absenteisme, penurunan tingkat produktivitas karena kelelahan dan penurunan konsentrasi, peningkatan biaya produksi, penurunan kualitas kerja, produksi dan gangguan komunikasi. Kebisingan juga dapat berdampak terjadinya gangguan kenyamanan (*annoyance*) bagi orang yang terpajan. Berbagai reaksi psikologis akan timbul pada orang yang mengalami gangguan bising, biasanya reaksi yang timbul bergantung pada status fisik, perilaku dan motivasi pribadi seseorang (*National Safety council*, 2010).

Sulit untuk memprediksi terjadinya gangguan kenyamanan karena persepsi dalam penerimaan bising seseorang dengan yang lainnya berbeda. Seseorang mungkin dapat menikmati bising sedangkan orang lainnya tidak menghendaki. Umumnya suara terputus-putus (*intermittent*), dengan intensitas dan frekuensi bising yang tinggi sangat mengganggu.

b. Dampak auditori

Dampak auditori akibat bising adalah terjadinya gangguan pendengaran. Gangguan pendengaran akibat bising (NIHL) adalah gangguan pendengaran yang berkembang secara perlahan dalam jangka waktu yang cukup lama (beberapa tahun) diakibatkan oleh karena terpajan kebisingan yang keras secara terus-menerus atau terputus-putus.

Ciri khas NIHL antara lain sebagai berikut: (*The American*

College of Occupational and Environmental Medicine (ACOEM), 2014)

- 1) Kerusakan bersifat sensori-neural, mempengaruhi sel-sel rambut telinga bagian dalam.
- 2) Gangguan pendengaran terjadi secara bilateral (pada kedua telinga).
- 3) Gambaran audiogram terdapat takik (dip/notch) di frekuensi 3000, 4000 atau 6000 Hz dan membaik pada frekuensi 8000 Hz.
- 4) Paparan kebisingan saja tidak menyebabkan gangguan pendengaran yang lebih besar dari pada 75 dB pada frekuensi tinggi dan 40 dB pada frekuensi rendah.
- 5) Pada umumnya, paparan kebisingan yang terus-menerus selama beberapa tahun lebih destruktif daripada paparan kebisingan yang terputus-putus.

Akan tetapi, paparan kebisingan pada tingkat tinggi walau sesaat dapat mengakibatkan gangguan pendengaran yang bermakna.

Dampak auditori akibat bising, dapat berupa (Dobie, 2006) :

1. Trauma akustik

Trauma akustik menimbulkan inflamasi pada elemen sensori-neural di telinga bagian dalam. Akibat terpajan bising tinggi/kuat yang tiba-tiba seperti ledakan bom atau terjadi trauma langsung pada kepala/telinga menyebabkan perforasi membran timpani, atau terjadi dislokasi serta kerusakan tulang-tulang pendengaran, sehingga timbul trauma akustik.

2. Peningkatan ambang pendengaran sementara atau *Temporary Threshold Shift (TTS)*

Akibat terpajan bising di tempat kerja, mula-mula pekerja merasa terganggu, tetapi lama-kelamaan akan menjadi terbiasa, dan suara bising yang tinggi tidak lagi dirasakan, artinya bahwa pekerja tersebut telah mengalami gangguan pendengaran. Setelah pekerja tersebut keluar dari tempat kerja yang bising, maka pendengarannya sedikit demi sedikit

akan pulih seperti semula. Hal tersebut berarti gangguan pendengaran yang dialami bersifat sementara. Waktu yang dibutuhkan untuk pemulihan sangat tergantung pada tingkat kebisingan, lama pajanan, jenis bising, serta kerentanan/kepekaan seseorang. Biasanya dibutuhkan waktu beberapa menit sampai paling lama 10 hari. Bila penurunan ambang pendengaran kurang dari 30 dB, maka pemulihan biasanya terjadi setelah 16 jam bebas dari bising.

3. Peningkatan ambang pendengaran menetap atau *Permanent Threshold Shift* (PTS)

Pekerja yang mengalami perubahan ambang dengar sementara, namun terus berlanjut terpajan oleh bising sebelum pemulihan secara bertahap terjadi, maka akan terjadi perubahan ambang pendengaran menetap. Gangguan pendengaran yang menetap ini mula-mula terjadi pada frekuensi 4000 Hz, kemudian berkembang pada frekuensi 2000, 1000 dan 500 Hz, yang merupakan frekuensi bicara manusia. Jika ini terjadi, akibatnya pekerja akan mengalami kesulitan dalam berkomunikasi. Gangguan bersifat permanen, tidak dapat disembuhkan. Perubahan ambang pendengaran yang menetap dapat terjadi setelah 3,5 sampai 20 tahun terjadi pajanan bising, ada yang mengatakan baru setelah 10-15 tahun setelah terjadi pajanan bising. Penderita mungkin tidak menyadari bahwa pendengarannya telah berkurang dan baru diketahui setelah dilakukan pemeriksaan audiogram.

4. Faktor-faktor yang berperan

Fungsi pendengaran dipengaruhi beberapa faktor antara lain tingkat kebisingan, umur, pendidikan, status kesehatan, riwayat gangguan kesehatan pendengaran pada keluarga, hobi, masa kerja dan penggunaan alat pelindung telinga (*National Safety Council*, 2010).

a) Tingkat kebisingan

Semakin besar dosis bising yang diterima seseorang (pekerja), semakin besar potensi terjadi gangguan pendengaran.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan dan Keputusan Direktur Jenderal PPM & PLP tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja, tingkat kebisingan maksimal selama satu hari adalah 85 dBA untuk lama pajanan 8 jam.

Noise induced hearing loss utamanya disebabkan oleh karena bising. Impuls suara bising yang terus menerus pada beberapa penelitian terbukti dapat menyebabkan adanya perubahan ion pada sitoplasma, salah satu contohnya adalah peningkatan ion Ca^{2+} pada *outer hair cell*. Hal tersebut menginduksi terjadinya mekanisme *cell death* yang dapat mengarah ke apoptosis dan nekrosis dari *hair cell*. Terjadinya mekanisme tersebut menyebabkan kerusakan pada *hair cell* yang memiliki peran penting dalam pendengaran.

b) Umur

Sensitivitas pendengaran seseorang akan berkurang dengan bertambahnya umur. Semakin tua umur, semakin besar terjadi gangguan pendengaran. Pada umur tua relatif akan mengalami penurunan kepekaan rangsangan suara karena adanya faktor proses penuaan (*presbikusis*) yaitu proses degeneratif organ pendengaran yang umumnya dimulai sejak usia 40 tahun ke atas, dan ambang pendengaran turun 0.5 dBA per tahun. Orang yang berumur 30 tahun mampu mendengar suara 4 dB pada frekuensi 8000 Hz, sedangkan pada umur 60 tahun hanya mampu mendengar suara minimal 40 dB pada frekuensi 8000 Hz. Penurunan kemampuan pendengaran karena bertambahnya umur disebut dengan *presbikus*.

c) Tingkat pendidikan

Pekerja dengan tingkat pendidikan yang rendah lebih berpotensi mengalami gangguan pendengaran daripada tingkat pendidikan yang lebih tinggi. *Training* tentang keselamatan (*Safety Training*) adalah komponen penting dalam program keselamatan untuk menyakinkan bahwa semua pekerja telah memahami dan bertindak sesuai persyaratan keselamatan serta terhindar dari potensi

bahaya di tempat kerja (Roughton JE dan Mercurio JJ, 2012). Persepsi seseorang pekerja terhadap faktor risiko bahaya yang ada di lingkungannya (termasuk bahaya bising) banyak dipengaruhi oleh pengalaman maupun tingkat pengetahuan yang dimiliki seseorang yang selanjutnya ditunjukkan melalui sikap dan perilaku.

Training akan berpengaruh terhadap aspek kognitif para pekerja dalam bersikap dan berperilaku (termasuk perilaku bekerja yang aman serta perilaku dalam menggunakan alat pelindung diri/telinga).

d) Status kesehatan

Status kesehatan yang buruk lebih berpotensi terjadi gangguan pendengaran, diantaranya adalah, kejadian cedera/trauma pada kepala atau telinga yang pernah dialaminya, terjadinya penyakit infeksi (TBC, sifilis, otitis media) yang disebabkan oleh virus (campak, cacar), penyakit pada organ telinga bagian dalam atau pada saraf pendengaran, penyakit metabolik seperti DM dan hipertensi/stroke. Di samping itu, riwayat pemakaian obat-obat yang bersifat ototoksik seperti aspirin, antibiotik kina, kebiasaan minum dan merokok serta lain-lainnya juga dapat mempengaruhi sel-sel saraf pendengaran (*National Safety Council* , 2010).

e) Riwayat gangguan pendengaran pada keluarga

Para pekerja yang memiliki keluarga (ayah, ibu, kakak, nenek dan saudara) dengan riwayat gangguan kesehatan pendengaran sebelum usia 50 tahun lebih berpotensi terjadi gangguan pendengaran dibandingkan para pekerja yang keluarganya tidak memiliki riwayat gangguan kesehatan pendengaran. Hal tersebut terkait dengan gangguan pendengaran yang berhubungan dengan faktor keturunan (*National Safety Council*, 2010).

f) Hobi

Beberapa hobi/aktivitas para pekerja dapat mempengaruhi terjadinya gangguan pendengaran, misalnya hobi yang berkaitan dengan lingkungan bertekanan tinggi misalnya menyelam

(hiperbarik) hobi yang berkaitan dengan pajanan bising tinggi misalnya menembak dengan senjata api, balap motor/mobil, mendengarkan musik keras dan lain-lain. Makin banyak hobi yang berhubungan dengan bising makin besar terjadinya risiko gangguan pendengaran (*National Safety Council*, 2010).

g) Masa kerja

Makin lama masa kerja di tempat bising, makin besar risiko terjadinya gangguan pendengaran. Gangguan pendengaran terjadi 5-10 tahun setelah pekerja bekerja di tempat bising (Dobie, 2006).

h) Penggunaan alat pelindung telinga (APT)

Alat pelindung telinga merupakan suatu alat yang digunakan untuk melindungi organ pendengaran (telinga) manusia dari bahaya pajanan bising yang tinggi. Semakin sering seseorang tidak menggunakan APT saat bekerja di tempat bising yang tinggi, semakin besar risiko terjadinya gangguan pendengaran (*National Safety Council*, 2010).

5. Pembagian

Secara umum efek kebisingan terhadap pendengaran dapat dibagi atas 2 kategori yaitu (Heggins II, 2011; Brookhouser PE *et al.*, 2011):

a. Peningkatan Ambang Dengar Sementara (PADS) / *Noise Induced Temporary Threshold Shift* (NITTS)

Paparan terhadap bising yang keras selama berjam-jam dapat menyebabkan hilang pendengaran sensorineural yang bersifat sementara (NITTS) dan akan kembali normal dalam 24 jam. Makin sering terpapar bising makin besar pergeserannya. TTS terjadi pada frekuensi sedikit di atas frekuensi bising yang kita dengar, dengan demikian frekuensi terbaik yang bisa kita dengar (frekuensi bicara), menjadi frekuensi yang paling rentan terjadinya pergeseran (TTS). Karena suara dengan frekuensi tinggi (misal 4 kHz) lebih berbahaya dibandingkan dengan suara dengan frekuensi rendah (misal 0.5 kHz)

pada intensitas suara yang sama, maka risiko terjadinya gangguan dengar karena bising tidak bisa diperkirakan dari pengukuran desibelnya saja. Estimasi tingkat bahaya terjadinya NIHL didasarkan pada pengukuran desibel dengan skala A (dBA), yang memberikan derajat yang berat pada frekuensi yang berbahaya bagi pendengaran manusia (1-5kHz) dan derajat yang lebih ringan pada frekuensi yang lebih rendah. Paparan bising yang kontinyu lebih tinggi risikonya untuk terjadinya TTS dibandingkan paparan bising yang terputus-putus (*interrupted*) dengan durasi yang sama. Hal ini karena terjadinya pemulihan selama masa istirahat (Dobie, 2006).

b. Peningkatan Ambang Dengar Menetap (PADM) / *Noise Induced Permanent Threshold Shift* (NIPTS)

Dikatakan bahwa untuk merubah NITTS menjadi NIPTS diperlukan waktu bekerja dilingkungan bising selama 10 – 15 tahun, tetapi hal ini bergantung juga kepada :

1. Tingkat suara bising
2. Kepekaan seseorang terhadap suara bising.

NIPTS biasanya terjadi disekitar frekuensi 4 kHz dan perlahan-lahan meningkat dan menyebar ke frekuensi sekitarnya. NIPTS mula-mula tanpa keluhan, tetapi apabila sudah menyebar sampai ke frekuensi yang lebih rendah (2 dan 3 kHz) keluhan akan timbul. Pada mulanya seseorang akan mengalami kesulitan untuk mengadakan pembicaraan di tempat yang ramai, tetapi bila sudah menyebar ke frekuensi yang lebih rendah maka akan timbul kesulitan untuk mendengar suara yang sangat lemah. *Notch* bermula pada frekuensi 3–6 kHz, dan setelah beberapa waktu gambaran audiogram menjadi datar pada frekuensi yang lebih tinggi. Kehilangan pendengaran pada frekuensi 4 kHz akan terus bertambah dan menetap setelah 10 tahun dan kemudian perkembangannya menjadi lebih lambat.

6. Patogenesis

Meskipun histopatologi yang berkaitan dengan NIHL adalah cedera pada sel-sel telinga bagian dalam, patogenesisnya melibatkan interaksi di antara ketiga divisi sistem auditori, yaitu telinga bagian luar, tengah, dan dalam. Keterlibatan telinga luar terutama pada karakteristik resonansi dari kanal auditori eksternal (*Ear Auditory Canal/ EAC*). Pipa yang membuka pada satu sisi memiliki frekuensi resonansi yang inheren, yang ditentukan terutama oleh panjang pipa. Rata-rata panjang EAC manusia adalah 25 mm, dengan menggunakan nilai ini dalam formula: frekuensi resonansi = kecepatan suara/4 x panjang EAC, hal ini berarti bahwa rata-rata frekuensi resonansi dari telinga manusia adalah 3200 Hz. Konfigurasi dari EAC akan mengamplifikasi suara dengan frekuensi menengah sebesar 20 dB. Hal tersebut mempunyai kepentingan klinis ganda. Studi memperlihatkan bahwa penurunan pendengaran terberat terjadi pada ½-1 oktaf. lebih tinggi dari suara yang masuk. Bising dengan spektrum yang lebar (*broadband noise*) seperti pada bising industri akan diubah oleh resonansi EAC menjadi bising 3 Hz.

Kontribusi telinga tengah pada respon terhadap bising adalah kerja dari reflek akustik. Struktur telinga tengah yang terlibat dalam reflek ini adalah otot tensor timpani yang melekat pada kepala maleus dan otot stapedius yang melekat pada kepala stapes. Dua saraf kranial, yaitu trigeminal (V) dan fasial (VII), berpartisipasi dalam reflek ini. Stimulasi reflek oleh bising kontinyu yang tiba-tiba akan menyebabkan kontraksi otot. Kerja dari tensor timpani adalah untuk menegangkan membran timpani, dengan menarik maleus ke arah medial sementara stapedius akan menarik perpendikular stapes ke arah aksisnya pada foramen ovale. Kombinasi aksi dari kedua otot ini adalah mengeraskan struktur telinga tengah dan dengan demikian akan mengurangi energi suara yang mencapai telinga bagian dalam. Sistem ini paling efektif dalam melemahkan suara dengan frekuensi rendah (< 2 kHz). Penelitian pada manusia dan hewan telah memperlihatkan bahwa malfungsi dari reflek

akustik berkaitan dengan lebih mudah terjadinya peningkatan ambang dengar sementara maupun permanen. Tuli akibat bising mempengaruhi organ korti di koklea terutama sel-sel rambut. Daerah yang pertama terkena adalah *Outer Hair Cell* (OHC) yang menunjukkan adanya degenerasi yang meningkat sesuai dengan intensitas dan lama paparan. Stereosilia pada sel-sel rambut luar menjadi kurang kaku sehingga mengurangi respon terhadap stimulasi. Hal ini mungkin akibat beberapa karakteristik OHC, seperti lokasinya yang dekat dengan pergeseran membran basilar maksimal, gaya geser (*shearing forces*) langsung dari stereosilia pada OHC terhadap membran tektorial, dan kurangnya sel-sel penyangga di sekitar OHC. Dengan bertambahnya intensitas dan durasi paparan akan dijumpai lebih banyak kerusakan seperti hilangnya stereosilia. Daerah yang pertama kali terkena adalah daerah basal. Dengan hilangnya stereosilia, sel-sel rambut mati dan digantikan oleh jaringan parut. Semakin tinggi intensitas paparan bunyi, sel-sel rambut dalam dan sel-sel penunjang juga rusak. Dengan semakin luasnya kerusakan pada sel-sel rambut, dapat timbul degenerasi pada saraf yang juga dapat dijumpai di nukleus pendengaran pada batang otak (Dobie, 2006).

7. Pengaruh Riwayat Hiperlipidemi dan Hipertensi terhadap Gangguan Pendengaran

Pada penelitian yang dilakukan tahun 2011 di Tehran pada pekerja industri otomotif diketahui bahwa, bising industri yang diterima oleh pekerja meningkatkan denyut nadi. Kemudian juga meningkatkan tekanan darah sistol dan diastole (Kalantary *et al.*, 2015).

Paparan bising merupakan salah satu penyebab turunnya kualitas hidup (Sheperd *et al.*, 2011). Paparan akut dan kronis dari bising yang keras bisa berdampak pada denyut nadi dan tekanan darah. Sebuah penelitian melaporkan bahwa terdapat korelasi antara bising kerja dengan peningkatan tekanan darah (Omari *et al.*, 2013). Selama terjadi paparan bising, sistem endokrin yang diketahui sebagai indikator stres akan

berubah, dan perubahan ini mengarah pada peningkatan tekanan darah, denyut nadi, dan tingkat hormon stres (Baneshi *et al.*, 2012).

Kebisingan yang ditimbulkan dari pesawat udara dapat menjadi stressor fisik dan psikis bagi pekerja ataupun yang bertempat tinggal di sekitar bandara. Sinyal stress merambat melalui HPA axis. Stresor kemudian meningkatkan CRF oleh hipotalamus, sehingga memicu aktifitas HPA axis. CRF akan merangsang hipofisis anterior untuk mengeluarkan Adreno Corticotropin-Hormone (ACTH) yang akan mengaktifkan sel adrenokortikal untuk memproduksi kortisol. Kortisol menyebabkan retensi air dan natrium yang menyebabkan peningkatan volume darah, sehingga akan meningkatkan tekanan darah (Budiman, 2004).

Bising adalah salah satu faktor risiko penyakit jantung koroner yang dapat mempengaruhi tekanan darah, total kolesterol, trigliserid, viskositas darah, dan *platelet count*.

Pajanan bising yang berkelanjutan dan kronis menjadi faktor risiko dari penyakit kardiovaskular dan menyebabkan peningkatan kadar profil lipid (Sanad *et al.*, 2011).

Telinga merupakan organ yang sensitif terhadap perubahan patologis vaskuler. Diketahui pula hiperkolestrolemia menyebabkan arteriosklerosis pada dinding pembuluh darah yang menyebabkan obstruksi vaskuler parsial dan hipoksia pada end-organ. Perubahan arteriosklerotik di dalam pembuluh darah menyebabkan gangguan pendengaran. Meningkatnya mikrotrombosis, viskositas darah, dan atau perubahan ukuran pembuluh darah dapat menyebabkan gangguan pendengaran (Thakur *et al.*, 2012). Paparan bising dengan waktu yang lama juga dapat menghasilkan radikal bebas seperti *superoxide dismutase* (SOD), *catalase* (CAT), dan *glutathioneperoxidase* (GSH-Px). Radikal oksigen bebas dapat merusak protein, asam nukleat, dan membran lipid dengan cara mengganggu fungsi dan integritas seluler normal (Hilbert dan Lifshitz, 2007). Penelitian yang dilakukan pada pekerja yang terpapar

bising di pabrik minyak goreng di dapatkan hubungan yang signifikan antara paparan bising dengan penurunan HDL, serta terdapat juga hubungan yang signifikan antara paparan bising dengan peningkatan kadar LDL (Adnan dan Yurensa, 2016).

8. Pengaruh Riwayat Diabetes Melitus terhadap Gangguan Pendengaran

Penurunan pendengaran pada penderita DM Tipe 2 biasanya bilateral, berlangsung bertahap, bersifat sensorineural terutama pada frekuensi tinggi, sehingga tidak diperhatikan penderita maupun dokter pengelolanya sampai akhirnya terjadi gangguan dalam berkomunikasi verbal. Pada tahap ini oleh karena kelainan yang terjadi pada telinga dalam sudah dalam stadium irreversible atau tidak dapat pulih kembali sehingga satu satunya rehabilitasi pendengaran yang dapat dilakukan adalah pemberian Alat Bantu Dengar (ABD), yaitu diharapkan dapat memperbaiki gangguan komunikasi verbal dan mengurangi beban psikologis penderita karena komunikasi dengan orang lain akan menjadi lebih baik (Chartrand, 2003).

Pada penelitiannya terhadap penderita DM Tipe 2 dengan komplikasi mikrovaskular dengan menggunakan alat ukur audiometri nada murni didapatkan hubungan yang kuat antara penurunan pendengaran dan DM Tipe 2. Setelah dikendalikan faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan penurunan pendengaran seperti usia, paparan bising, penggunaan obat ototoksik, merokok didapatkan penurunan pendengaran pada penderita DM Tipe 2 pada frekuensi sedang dan tinggi sebesar 54,1% dibanding yang tidak menderita DM 32%, dengan hasil yang bermakna ($p < 0,001$) (Bainbridge *et al.*, 2008).

Penurunan pendengaran pada penderita DM Tipe 2 mempunyai ciri-ciri yang hampir sama dengan presbiakusis yaitu bilateral, progresif dan berjenis sensorineural terutama pada frekuensi tinggi. Perbedaanannya adalah pada DM Tipe 2 gangguan pendengaran lebih berat. Teori mekanisme terjadinya penurunan pendengaran pada DM Tipe 2 adalah

mikroangiopati, retinopati atau kombinasi keduanya (Maia *et al.*, 2005; Banner *et al.*, 2008).

Mekanisme yang pasti dari perubahan ini belum dapat dijelaskan, namun bila dihubungkan dengan kenyataan, bahwa komplikasi lanjut DM terjadi pada sel-sel maupun jaringan-jaringan tubuh yang tergantung insulin untuk transportasi glukosa, nampaknya hiperglikemik sangat berperan dalam proses kejadiannya. Hiperglikemia yang berlangsung lama, telah diketahui dapat memacu reaksi glikosilasi protein non enzimatis, yang berlangsung pada berbagai jaringan tubuh. Beberapa studi klinik memberikan informasi adanya korelasi antara jangka waktu berlangsungnya hiperglikemik dan progresifitas mikroangiopati pada penderita DM. Terkendalinya status glikemia mendekati batas normal dapat menghambat bahkan mungkin mencegah terjadinya mikroangiopati (Djokomoeljanto, 2007).

Glukosa terikat pada protein oleh reaksi kimia non-enzimatis. Proses ini diawali dengan menempelnya glukosa pada gugus asam amino, yang berlanjut dengan serangkaian reaksi biokimia dengan hasil terbentuknya amadori produk, reaksi selanjutnya menghasilkan produk akhir yang dinamakan *advanced glycosilation end product* atau AGEP yang bersifat irreversibel. Reaksi glikosilasi ini terjadi pada long live protein, antara lain jaringan kolagen dan membrana basalis pembuluh darah. Salah satu bentuk AGEP pada DM adalah 2 *furoyl*-4(5)- (2-*furanyl*)-1-H-*imidazole* atau FFI yang banyak tertimbun dalam jaringan-jaringan tubuh penderita DM. Dalam reaksi glikosilasi ini terbentuk pula radikal bebas sebagai hasil dari oto-oksidasi glukosa yang berlangsung pada waktu pembentukan AGEP dari *amadori product*, yang bersifat *highly reactive oksidant* yang memiliki sifat ototoksik antara lain efek denaturasi dan agregasi (Djokomoeljanto, 2007).

Bertambahnya produksi AGEP mengurangi elastisitas dinding pembuluh darah (arteriosklerosis) dan mengakibatkan terikatnya protein plasma pada membrana basalis, sehingga dinding pembuluh darah

menebal dengan lumen yang makin sempit (Djokomoeljanto, 2007). Perubahan patologik yang terjadi pada mikroangiopati pada dasarnya adalah: a. Penebalan membrana basalis pembuluh darah kapiler yang mengakibatkan penyempitan lumen kapiler b. Perubahan hemodinamik akibatnya terjadi disfungsi organ yang bersangkutan c. Perubahan viskositas darah dan fungsi trombosit yang memacu terbentuknya mikrotrombus akibatnya terjadi penyumbatan mikrovaskuler akibat mikroangiopati organ corti akan terjadi atrofi dan berkurangnya sel rambut. Sedangkan neuropati terjadi akibat mikroangiopati pada vasa nervosum nervus VIII dan vasa ligamentum spirale yang berakibat atrofi ganglion spiral dan demielinisasi serabut saraf VIII. Sel-sel rambut mengalami atrofi akibat akumulasi bahan-bahan toksik hasil metabolisme pada endolimfe akibat terganggunya absorpsi oleh pembuluh darah sekitar sakus endolimfatikus (Salvinelli *et al.*, 2004; Frisina *et al.*, 2006; Bainbridge, 2009).

9. Biomolekuler

Pajanan terhadap bising yang intens akan menyebabkan trauma pada sel-sel rambut. Bila kerusakan yang terjadi melampaui kemampuan sel untuk memperbaiki dirinya (*repair*), sel-sel tersebut akan mati. Penelitian terkini memperlihatkan bahwa sel-sel rambut dapat mati melalui jalur (*pathway*) yang berbeda (Bohne *et al.*, 2007). Beberapa sel mati akibat apoptosis, yang merupakan bentuk aktif kematian sel yang memerlukan suplai energi yang persisten, sementara beberapa lainnya mati akibat nekrosis, suatu bentuk pasif kematian sel akibat dari disintegrasi dini sel.

Apoptosis dan nekrosis merupakan dua bentuk kematian sel yang berbeda secara substansial dalam hal karakteristik morfologik dan biologiknya. Secara morfologik, sel-sel yang mengalami apoptosis akan menyusut. Bagian nukleusnya akan memadat (*condense*) dan bagian sel-selnya akan menyusut. Sebaliknya, sel-sel yang mengalami nekrosis,

bagian sel-sel dan nukleusnya akan membengkak. Dengan semakin bertambahnya volume sel, membran sel akan pecah. Secara biologik, sel-sel apoptotik menggambarkan aktivasi sekelompok enzim yang terkait apoptosis (*apoptosis-related enzymes*) yang kemudian akan mencerna struktur-struktur selular (Bohne *et al.*, 2007).

Penelitian terkini telah mengidentifikasi molekul-molekul apoptotik (Hu *et al.*, 2009; Yamashita *et al.*, 2008) yang berperan dalam menimbulkan sinyal kematian sel dari satu organel selular ke organel selular lainnya. Kaskade transduksi sinyal ini menjadi target potensial bagi intervensi farmakologik yang akan memblok transduksi sinyal kematian, memperlambat atau bahkan membalikkan program kematian sel.

Penyebab kematian sel rambut sangat kompleks. Daya mekanik yang berkaitan dengan overstimulasi akustik akan secara langsung menimbulkan trauma pada struktur kokhlear. Sel-sel rambut dapat terluka pada bagian struktur peyangganya, akibat pajanan bising impulsif, seperti suara tembakan atau ledakan. Struktur kokhlear juga menjadi target dari molekul-molekul yang dihasilkan yaitu *Reactive Oxygen Species (ROS)*, yang sangat reaktif akibat keberadaan *unpaired valence shell electrode*. Meski molekul toksik tersebut merupakan produk natural dari produksi energi selular, namun overproduksi akibat produksi energi yang berlebihan atau disrupsi dari kemampuan antioksidan akan menimbulkan stress oksidatif. Stress oksidatif akan mengenai banyak struktur selular yang vital untuk keberlangsungan hidup sel, seperti membran plasma, mitokondria dan nukleus sel (Hu *et al.*, 2009).

Sel akan memasuki jalur apoptotik dalam suatu keadaan stress, hal tersebut berkaitan dengan sejumlah faktor. Salah satunya adalah level stress oksidatif yang mengenai sel. Penelitian telah memperlihatkan bahwa level moderat dari stress oksidatif akan memicu kematian sel yang rusak melalui apoptosis (Galan *et al.*, 2001). Sebaliknya, stress oksidatif berat akan menimbulkan kematian sel

nekrotik. Faktor lain yang mengatur kecenderungan terjadinya kematian sel, yaitu status energi dari sel (Hu *et al.*, 2009). Karena apoptosis membutuhkan energi, kekurangan energi akan memblok proses apoptosis. Secara spesifik, bila sel dapat mempertahankan produksi energinya, sel akan mati akibat apoptosis. Bila sel kehilangan produksi energinya, ia akan mati akibat nekrosis.

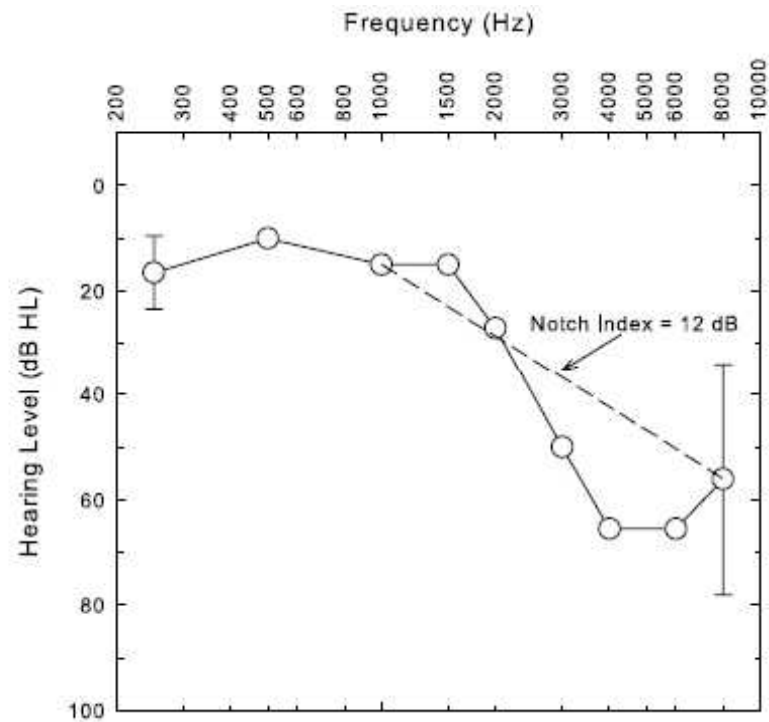
10. Diagnosis

Untuk menegakkan diagnosis NIHL, diperlukan anamnesis, pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan audiometri (idealnya dalam beberapa tahun). Perlu ditanyakan adanya riwayat paparan bising dengan intensitas dan durasi yang berbahaya. Sangat membantu bila dilakukan pengukuran kebisingan pada tempat bekerja. Anamnesis yang cermat mengenai riwayat pekerjaan perlu ditanyakan, termasuk pekerjaan dalam bidang yang seringkali terpapar dengan bising. Etiologi lain dari gangguan dengar sensorineural (herediter, obat-obat ototoksik, cedera kepala, dll) harus disingkirkan dari anamnesis. Pemeriksaan fisik diperlukan untuk menyingkirkan kelainan pada telinga luar dan telinga tengah dan juga kelainan pada sistem saraf pusat (Dobie, 2006).

Audiometri nada murni pada kasus-kasus dini biasanya memperlihatkan *noise notch* (takik) pada frekuensi 3,4, atau 6 kHz (tidak patognomonik untuk NIHL), namun takik ini akan menghilang dalam beberapa tahun dengan semakin beratnya paparan bising dan semakin bertambahnya usia. Keberadaan *noise notch* dapat ditentukan secara objektif, yaitu dengan cara menarik garis lurus yang menghubungkan ambang pendengaran pada frekuensi 1 dan 8 kHz. Bila ambang pendengaran di antara frekuensi 1 dan 8 kHz (terutama pada frekuensi 2,3, dan 4 kHz) berada di bawah garis tersebut, hal ini mengindikasikan keberadaan dari *noise notch*. Dobie RA dan Rabinowitz PM (2006) mendeskripsikan lebih lanjut mengenai *Notch Index* (NI), yang merupakan hasil pengurangan rata-rata nilai ambang pendengaran pada frekuensi 2, 3 dan 4 kHz dengan rata-rata nilai ambang pendengaran pada

frekuensi 1 dan 8 kHz.

Bila didapatkan nilai NI yang lebih besar dari 0 dB, maka keberadaan *notch* dianggap positif, namun bila nilainya kurang dari 0 dB, keberadaan *notch* dianggap negatif.



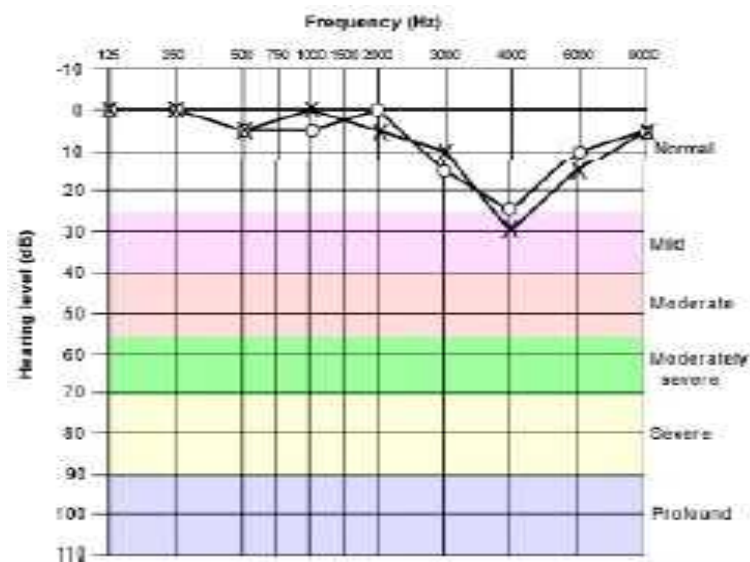
Gambar 2.2. Ilustrasi audiogram yang memperlihatkan *noise notch*

Gambaran audiogram yang asimetris, lebih besar dari 15 dB mengesankan adanya etiologi lain atau paparan bising yang asimetris. Pistol dan senapan laras panjang merupakan penyebab tersering dari NIHL yang asimetris. Penting perlu ditanyakan mengenai penggunaan alat pelindung dengar, tipe apa yang digunakan dan sejak kapan mulai digunakan (Dobie, 2006).

Pemeriksaan audiometri berseri pada para pekerja yang terpapar bising, sepanjang waktu karirnya sangat penting untuk dilakukan. Pemeriksaan laboratorium dan radiologi tidak bernilai untuk menegakkan diagnosis NIHL, namun kadang diperlukan untuk

menyingkirkan kelainan lain, terutama neuroma akustik. *The American College of Occupational and Environmental Medicine* telah merevisi kebijakannya untuk menegakkan diagnosis NIHL: (ACOEM, 2014)

- Selalu sensorineural, mengenai sel-sel rambut di telinga bagian dalam
- Karena kebanyakan paparan bising selalu simetris, gangguan pendengaran yang terjadi biasanya bilateral.
- Biasanya, tanda awal dari gangguan pendengaran karena paparan bising adalah gambaran takik (notch) pada audiogram, pada frekuensi 3, 4, atau 6 kHz, dan kembali normal pada frekuensi 8 kHz. Gambaran takik ini berlawanan dengan gambaran audiogram yang disebabkan oleh usia lanjut, yang juga memberikan gambaran turunnya pendengaran pada frekuensi tinggi, namun dengan pola penurunan yang landai (*down-sloping*) tanpa disertai gambaran membaik pada frekuensi 8 kHz.



Gambar 2.3. Audiogram dengan takik pada 4 kHz

Sumber: Bashiruddin J dkk, 2007

- Paparan bising saja tidak menyebabkan kehilangan pendengaran lebih dari 75 desibel pada frekuensi tinggi dan 40 desibel pada frekuensi yang lebih rendah. Namun, individu dengan usia lanjut yang juga terpapar bising dapat mengalami kehilangan pendengaran lebih dari nilai tersebut.
- Tingkat (laju) kehilangan pendengaran akibat paparan bising yang kronis, lebih besar terjadi selama 10-15 tahun pertama paparan dan menurun dengan semakin meningkatnya ambang dengar. Hal ini berlawanan dengan gangguan dengar karena usia, yang progresifitasnya semakin meningkat dengan berjalannya waktu.
- Kebanyakan bukti ilmiah menyebutkan bahwa telinga dengan riwayat paparan bising terdahulu tidak menjadi lebih sensitif terhadap paparan bising di masa mendatang dan bahwa gangguan dengar yang terjadi karena bising tidak akan bertambah berat (tidak progresif) begitu paparan terhadap bising dihentikan.
- Dalam melakukan anamnesis tentang riwayat paparan bising, perlu diingat bahwa risiko terjadinya gangguan dengar karena bising akan semakin meningkat secara signifikan pada paparan kronik di atas 85 dBA selama rata-rata 8 jam waktu terpapar (*Time Weighted Average/ TWA*). Secara umum, paparan bising yang kontinyu dalam beberapa tahun lebih bersifat merusak dibandingkan dengan paparan bising yang terputus-putus yang memberikan kesempatan untuk istirahat pada telinga.

12. Akibat Ketulian Terhadap Aktivitas Sebagai Tenaga Kerja

Akibat ketulian terhadap aktivitas sebagai tenaga kerja dibedakan atas: (Dobie RA, 2006)

1) *Hearing Impairment*

Didefinisikan sebagai kerusakan fisik telinga baik yang ireversibel (NIPTS) maupun yang reversibel (NITTS)

2) *Hearing Disability*

Didefinisikan sebagai kesulitan mendengarkan akibat *hearing impairment*, misalnya:

- a) Problem komunikasi di tempat kerja
- b) Problem dalam mendengarkan musik
- c) Problem mencari arah/asal suara
- d) Problem membedakan suara

Secara ringkas dapat dikatakan efek *hearing impairment* terhadap *disability* berbeda pada setiap individu, tergantung fungsi psikologis dan aktivitas sosial yang bersangkutan.

3) *Handicap*

Ketidakmampuan atau keterbatasan seseorang untuk melakukan suatu tugas yang normal dan berguna baginya.

Menurut WHO diklasifikasikan sebagai berikut:

a) *Orientation handicap*

Yaitu ketidakmampuan/keterbatasan dalam mengikuti pembicaraan.

b) *Physical independence handicap*

Yaitu ketidakmampuan/ keterbatasan untuk mandiri.

c) *Occupational handicap*

Yaitu ketidakmampuan/ keterbatasan dalam bekerja dan memilih karir.

d) *Economic self-sufficiency handicap*

e) *Social integration handicap*

Yaitu ketidakmampuan/ keterbatasan dalam melakukan aktivitas normal harian, seperti respon terhadap alarm atau pesan lisan.

f) *Inability to cope with occupational requirement*

Yaitu ketidakmampuan/keterbatasan yang mengakibatkan berkurangnya penghasilan.

Kebisingan sangat merugikan tenaga kerja, terutama bila sampai terjadi NIHL dan juga merugikan perusahaan karena *performance* tenaga kerja yang menurun, biaya kesehatan yang membengkak, serta kompensasi bila terjadi NIHL karena pekerjaan. Oleh karena itu pencegahan terhadap gangguan pendengaran ini perlu diprioritaskan. Program pencegahan ini dikenal dengan istilah Program Konservasi Pendengaran (*Hearing Conservation Programmes/HCP*).

13. Penatalaksanaan

Sesuai dengan penyebab ketulian, penderita sebaiknya dipindahkan kerjanya dari lingkungan bising. Bila tidak mungkin dipindahkan dapat dipergunakan pelindung telinga yaitu berupa sumbat telinga (*ear plugs*), tutup telinga (*ear muffs*) dan pelindung kepala (*helmet*). Oleh karena tuli akibat bising adalah tuli saraf koklea yang bersifat menetap (*irreversible*), bila gangguan pendengaran sudah mengakibatkan kesulitan berkomunikasi dengan volume percakapan biasa, dapat dicoba pemasangan alat bantu dengar (ABD). Apabila pendengarannya telah sedemikian buruk, sehingga dengan memakai ABD pun tidak dapat berkomunikasi dengan adekuat, perlu dilakukan psikoterapi supaya pasien dapat menerima keadaannya. Latihan pendengaran (*auditory training*) juga dapat dilakukan agar pasien dapat menggunakan sisa pendengaran dengan ABD secara efisien dibantu dengan membaca ucapan bibir (*lip reading*), mimik dan gerakan anggota badan serta bahasa isyarat untuk dapat berkomunikasi (Soetirto, 2007; Dobie, 2006; Heggins II, 2011).

14. Prognosis

Oleh karena jenis ketulian akibat terpapar bising adalah tuli saraf kokhlea yang sifatnya menetap, dan tidak dapat diobati secara

medikamentosa maupun pembedahan, maka prognosisnya kurang baik. Oleh sebab itu yang terpenting adalah pencegahan terjadinya ketulian (Roestan, 2004; Soetirto, 2007).

15. Pencegahan

Pencegahan dengan program konservasi pendengaran merupakan hal yang paling baik dilakukan dengan melakukan identifikasi sumber bising melalui survey kebisingan, melakukan analisis kebisingan dengan mengukur kebisingan menggunakan *sound level meter*, melakukan pemeriksaan pendengaran secara berkala dengan menggunakan audiometri, menerapkan sistem komunikasi, informasi dan edukasi serta menerapkan penggunaan APT secara ketat dan melakukan pencatatan dan pelaporan data.

Tujuan utama perlindungan terhadap pendengaran adalah untuk mencegah terjadinya NIHL yang disebabkan oleh kebisingan di lingkungan kerja melalui HCP (Dobie, 2006).

Tujuan dari program konservasi pendengaran : (Roestan, 2004)
Umum:

- Meningkatkan produktifitas kerja melalui pencegahan ketulian akibat bising di tempat kerja dengan melaksanakan program konservasi pendengaran yang melibatkan seluruh unsur dalam perusahaan.

Khusus:

- Mengetahui tingkat kebisingan pada lokasi kerja sesuai karakteristik kegiatannya
- Meningkatkan upaya pencegahan ketulian akibat bising melalui upaya mengurangi paparan terhadap pekerja, baik secara teknis maupun administratif
- Deteksi dini adanya kasus NIHL dan mencegah TTS yang timbul menjadi permanen
- Meningkatkan pengetahuan karyawan mengenai kebisingan dan pengaruhnya terhadap kesehatan

- Meningkatkan disiplin dan kesadaran dalam penggunaan alat pelindung terhadap kebisingan
- Menumbuhkan perubahan perilaku karyawan dan semua unsur terkait ke arah yang mendukung program di atas, melalui program promosi kesehatan di tempatkerja

Komponen pokok dari HCP, meliputi: (Roestan, 2008)

a. Survey paparan kebisingan

Identifikasi area dimana pekerja terpapar dengan level kebisingan yang berbahaya. Pada daerah kerja yang telah ditetapkan tadi, dilakukan penelitian tingkat kebisingan (analisis kebisingan). Untuk mengukur tingkat intensitas kebisingan digunakan *sound level meter*.

b. Pengendalian kebisingan

Pada dasarnya pengendalian kebisingan dapat dilakukan terhadap: Terhadap sumbernya, dengan cara:

- Desain akustik, dengan mengurangi vibrasi, mengubah struktur dan lainnya
- Substitusi alat
- Mengubah proses kerja terhadap perjalanannya, dengan cara:
 - Jarak di per jauh
 - Akustik ruangan
 - *Enclosure*

Terhadap penerimanya, dengan cara:

- Alat pelindung telinga
- *Enclosure* (misal: dalam *control room*)
- Administrasi dengan rotasi dan mengubah jadwal kerja selain itu, juga dapat dilakukan dengan:

Pengendalian secara teknis (*engineering control*):

- Pemilihan *equipment*/proses yang lebih sedikit menimbulkan bising
- Dengan melakukan perawatan (*maintenance*)

- Melakukan pemasangan penyerap bunyi
- Mengisolasi dengan melakukan peredaman (material akustik)
- Menghindari kebisingan

Pengendalian secara administratif (*administrative control*):

- Melakukan shift kerja
- Mengurangi waktu kerja
- Melakukan pelatihan (*training*)

Pengendalian kebisingan dapat dilakukan juga dengan pengendalian secara medis yaitu dengan cara pemeriksaan kesehatan secara teratur.

c. Audiometri secara periodik

Pada keadaan dimana pengendalian baik teknis maupun administratif tidak dapat mengurangi kebisingan kurang dari 85 dB TWA, program audiometri berkala harus dilakukan. Perubahan audiometri nada murni sebesar 10 dB atau lebih mengindikasikan adanya penurunan pendengaran. OSHA menetapkan *standard threshold shifts* (STS) sebesar 10 dB atau lebih peningkatan ambang dengar pada rata-rata frekuensi 2, 3, dan 4 kHz. Para pekerja yang memperlihatkan STS atau yang terpapar dengan bising lebih dari 90 dBA TWA harus menggunakan *Hearing Protection Devices/ HPD* (*earplugs, earmuffs*).

Terhadap karyawan yang bekerja di area bising, dilakukan pemeriksaan pendengarannya secara berkala setahun sekali. Sebelum diperiksa karyawan harus dibebaskan dari kebisingan di tempat kerjanya selama 16-24 jam.

Pengukuran audiometrik sebaiknya dilakukan pada :

- a. *Pre-employment* (sebelum bekerja)
- b. Sebelum penugasan awal di daerah kerja yang bising
- c. Secara berkala (periodik/tahunan)

Pekerja yang terpapar kebisingan > 85 dBA selama 8 jam sehari, pemeriksaan dilakukan setiap tahun atau 6 bulan tergantung tingkat intensitas bising.

d. Saat pindah tugas keluar dari tempat bising

e. Saat pensiun/purnatugas

Ada beberapa macam audiogram untuk pemeliharaan pendengaran, yaitu:

- Audiogram dasar (*baseline audiogram*), pada awal pekerja bekerja di kebisingan
- Monitor (*monitoring audiogram*), dilakukan kurang dari setahun setelah audiogram sebelumnya
- Tes ulangan (*retes audiogram*)
- Tes konfirmasi (*confirmation audiogram*), dilakukan bagi pekerja yang *retest audiogram*-nya konsisten menunjukkan adanya perubahan tingkat pendengaran.
- Tes akhir (*exit audiogram*), dilakukan bilamana pekerja berhenti bekerja.

d. Penggunaan Alat Pelindung Telinga (APT)

Beberapa faktor yang mempengaruhi penggunaan APT:

- a. Kecocokan; alat pelindung telinga tidak akan memberikan perlindungan bila tidak dapat menutupi liang telinga rapat-rapat.
- b. Nyaman dipakai; tenaga kerja tidak akan menggunakan APT ini bila tidak nyaman dipakai.
- c. Penyuluhan khusus, terutama tentang cara memakai dan merawat APT tersebut.

Jenis-jenis APT:

- a. Sumbat telinga (*earplugs/insert device/aural insert protector*)
Dimasukkan ke dalam liang telinga sampai menutup rapat sehingga suara tidak mencapai membran timpani.

Beberapa tipe sumbat telinga :

- *Formable type*
- *custom-molded type*

- *premolded type*

Sumbat telinga bisa mengurangi kebisingan 8-30 dB. Biasanya digunakan untuk proteksi sampai dengan 100 dB



Gambar 2.4. APT: sumbat telinga(*earplug*)

Sumber: Peraturan Tenaga Kerja

- b. Tutup telinga (*earmuff/protective caps/circumaural protectors*)
Menutupi seluruh telinga eksternal dan dipergunakan untuk mengurangi kebisingan 25-40 dB. Digunakan untuk proteksi sampai dengan 110 dB.



Gambar 2.5. APT: tutup telinga (*earmuff*)

Sumber: Peraturan Tenaga Kerja

c. *Helmet/ enclosure*

Menutupi seluruh kepala dan digunakan untuk mengurangi kebisingan 40- 50 dB.

Pemilihan APT:

- a. Earplug bila bising antara 85-200 dBA
- b. *Earmuff* bila di atas 100 dBA
- c. Kemudahan pemakaian, biaya, kemudahan membersihkan dan kenyamanan.

Pedoman yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3. Pedoman pemakaian APT

TWA/dBA	Pemakaian APT	Pemilihan APT
<85	Tidak wajib/perlu	Bebas memilih
85-89	<i>Optional</i>	Bebas memilih
90-94	Wajib	Bebas memilih
95-99	Wajib	Pilihan terbatas
>100	Wajib	Pilihan sangat terbatas

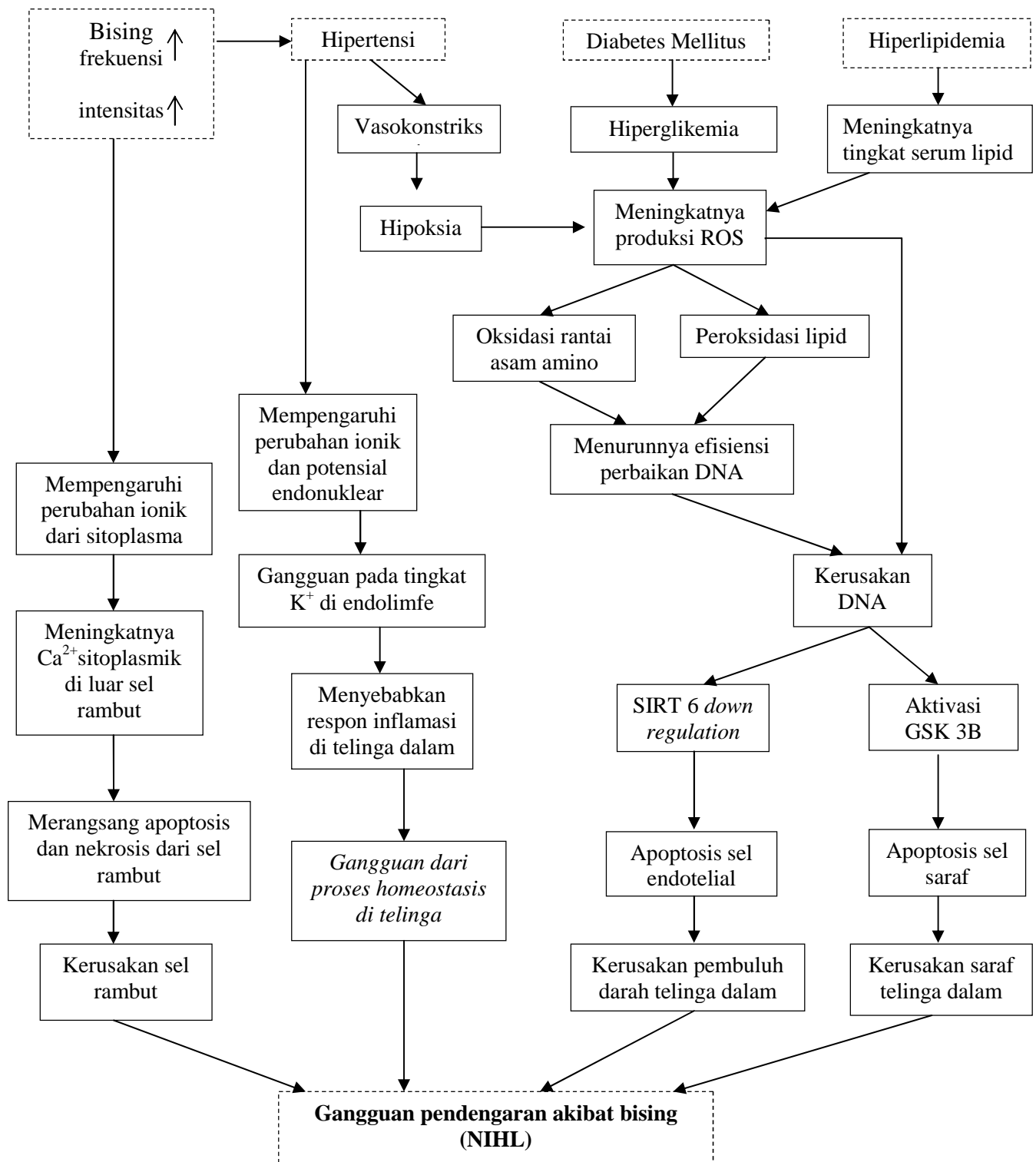
Sumber: Mansyur, 2005

APT ini harus tersedia di tempat kerja tanpa harus membebani pekerja dari segi biaya, perusahaan harus menyediakan APT ini. Cara terbaik sebenarnya bukan penggunaan APT tetapi pengendalian secara teknis pada sumber suara.

e. Edukasi, motivasi, dan konseling

Program edukasi dan motivasi menekankan bahwa program konservasi pendengaran sangat bermanfaat untuk melindungi pendengaran tenaga kerja, dan mendeteksi perubahan ambang pendengaran akibat paparan bising. Tujuan edukasi adalah untuk menekankan keuntungan tenaga kerja jika mereka memelihara pendengaran dan kualitas hidupnya. Lebih lanjut penyuluhan tentang hasil audiogram mereka, sehingga tenaga kerja termotivasi untuk berpartisipasi melindungi pendengarannya sendiri. Juga melalui penyuluhan diharapkan tenaga kerja mengetahui alasan melindungi telinga serta cara penggunaan

D. KERANGKA TEORI



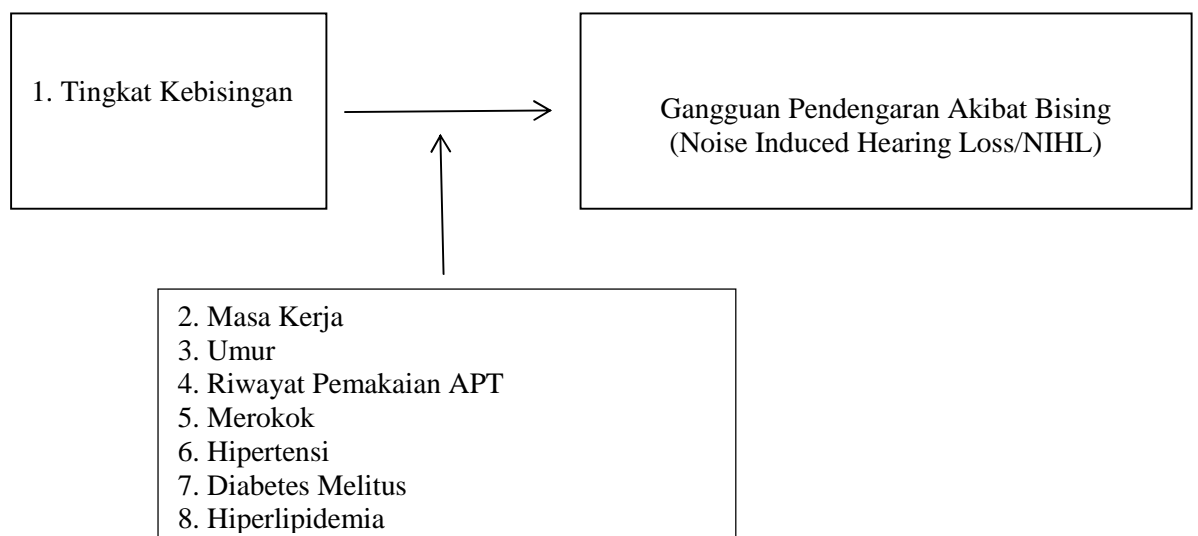
Keterangan :

Noise-induced hearing loss utamanya disebabkan oleh karena bising (Metidieri *et al.*, 2013). Impuls suara bising yang terus menerus pada beberapa penelitian terbukti dapat menyebabkan adanya perubahan ion pada sitoplasma, salah satu contohnya adalah peningkatan ion Ca^{2+} pada *outer hair cell*. Hal tersebut menginduksi terjadinya mekanisme *cell death* yang dapat mengarah ke apoptosis dan nekrosis dari *hair cell*. Terjadinya mekanisme tersebut menyebabkan kerusakan pada *hair cell* yang memiliki peran penting dalam pendengaran, sehingga dapat terjadi *noise-induced hearing* (Yan Wong *et al.*, 2013). Selain itu, terdapat faktor-faktor sistemik yang juga mempengaruhi terjadinya hilang pendengaran, yakni hipertensi, diabetes melitus, dan hiperlipidemia (Agarwal *et al.*, 2013; Xipeng *et al.*, 2013; Diniz dan Guida, 2009; Doosti *et al.*, 2015; Chang *et al.*, 2007).

Faktor-faktor sistemik tersebut mempengaruhi peningkatan ROS yang akan memicu terjadinya hilang pendengaran. Pada pasien dengan hipertensi akan terjadi vasokonstriksi arteri sistemik. Kejadian vasokonstriksi tersebut juga terjadi pada pembuluh darah di telinga dalam. Vasokonstriksi pada telinga dalam dapat memicu hipoksia, sehingga terjadi peningkatan ROS (Agarwal *et al.*, 2013). Sedangkan, pada pasien dengan Diabetes Melitus terjadi adanya peningkatan glukosa dalam darah atau hiperglikemia. Hal tersebut menginisiasi produksi superoksida dan hidrogen peroksida yang merupakan precursor ROS, sehingga terjadi peningkatan produksi ROS (Xipeng *et al.*, 2013; Diniz dan Guida, 2009). Lalu, pada pasien dengan hiperlipidemia terjadi peningkatan lipid serum yang

dapat berakibat menjadi aterosklerosis. Pada aterosklerosis terdapat jumlah lipid yang berlebih pada dinding-dinding arteri yang memicu pembentukan ROS intraseluler (Doosti *et al.*, 2015; Chang *et al.*, 2007). Oleh karena peningkatan ROS, maka terjadi oksidasi rantai asam amino dan peroksidasi lipid yang menyebabkan penurunan efisiensi DNA *repair* yang secara tidak langsung dapat berakibat pada kerusakan DNA, serta dapat juga menyebabkan terjadinya kerusakan DNA secara langsung melalui penurunan regulasi gen SIRT6 dan aktivasi gen GSK3B. Penurunan regulasi gen SIRT6 memicu apoptosis sel endotel sehingga berakibat pada kerusakan pembuluh darah dalam telinga, sedangkan aktivasi gen GSK3B memicu terjadinya apoptosis sel saraf yang berakibat pada rusaknya saraf telinga dalam (Nita dan Grzybowski, 2016; Wakatsuki *et al.*, 2016). Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya hilang pendengaran, dan pada pasien sering terpapar impuls suara bising dapat meningkatkan risiko terjadinya *noise-induced hearing loss* (Kamogashira *et al.*, 2015).

E. KERANGKA KONSEP



F. HIPOTESIS

Terdapat hubungan antara tingkat kebisingan dengan gangguan pendengaran akibat bising pada petugas Bandara Adi Soemarmo.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Bandara Adi Soemarmo Boyolali. Penelitian ini dilakukan pada bulan November sampai Desember 2017.

B. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi epidemiologi bersifat observasional analitik dengan desain penelitian *cross sectional*.

C. Populasi dan Sampel

Populasi target penelitian ini adalah Petugas Bandara Adi Soemarmo.

Sampel penelitian merupakan sebagian atau perwakilan dari populasi yang diteliti. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah menggunakan total sampling, dimana semua petugas kantor *airport servis* dan petugas di apron pesawat menjadi sampel penelitian. Dengan menggunakan teknik tersebut, maka populasi yang sesuai dengan kriteria akan memiliki kesempatan yang sama untuk dijadikan sebagai sampel penelitian.

D. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

1. Kriteria Inklusi meliputi :

- Usia < 60 tahun
- Status pendengaran sebelum bekerja sebagai petugas bandara adalah normal.
- Bersedia sebagai responden dalam penelitian.

2. Kriteria Eksklusi meliputi :

- Terdapat penyakit infeksi di telinga, baik di telinga luar maupun telinga tengah seperti Otitis Media, Otitis Eksterna dan otomikosis.

- Terdapat riwayat penggunaan obat – obatan ototoksik
- Riwayat trauma kepala atau telinga seperti fraktur temporal dan perforasi membran timpani akibat trauma.
- Gangguan pendengaran konduksi (*conductive Hearing Loss*) maupun campuran (*Mixed Hearing Loss*).
- Memiliki hobi yang berhubungan dengan lingkungan bertekanan tinggi misalnya menyelam atau pun hobi yang berkaitan dengan paparan bising, misalnya menembak, balap motor/mobil, mendengarkan musik keras.
- Memiliki kelainan kongenital telinga seperti Microtia dan atresia liang telinga.

E. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas adalah tingkat kebisingan
2. Variabel tergantung adalah gangguan pendengaran akibat bising (NIHL).
3. Variabel Perancu adalah masa kerja, umur, riwayat pemakaian APT, merokok, hipertensi, diabetes melitus dan hiperlipidemia.

F. Definisi Operasional

a. Tingkat kebisingan

- Definisi : Tingkat tekanan bunyi yang di ukur pada 2 wilayah yaitu kantor PT. Gapura Angkasa dan PT. Cakrawala *airport service* dan Apron (Pelataran Pesawat) Bandara yang dipisahkan berdasarkan markah apron pesawat yaitu garis merah tidak terputus pada apron dengan lebarnya 50 cm yang fungsinya adalah menunjukkan batas yang aman bagi pesawat udara dari pergerakan peralatan pelayanan darat. Suatu daerah tertutup tempat pesawat udara di parkir selama pelayanan *grown handling* diberikan. Sedangkan jarak bangunan dari markah apron pesawat adalah 6-10 meter.



Cara ukur : Dengan sebuah *integrating sound level meter* yang mempunyai fasilitas pengukuran LTMS, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 20 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit. Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (LSM) pada saat pesawat *landing* dan *take off* dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (LS) pada selang waktu 06.00-22.00 dan aktifitas malam hari selama 8 jam (LM) pada selang waktu 22.00-06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran, sebagai contoh:

- L1 diambil pada jam 7.00 mewakili jam 06.00-09.00
- L2 diambil pada jam 10.00 mewakili jam 09.00-11.00
- L3 diambil pada jam 15.00 mewakili jam 14.00-17.00
- L4 diambil pada jam 20.00 mewakili jam 17.00-22.00
- L5 diambil pada jam 23.00 mewakili jam 22.00-24.00
- L6 diambil pada jam 01.00 mewakili jam 24.00-03.00
- L7 diambil pada jam 04.00 mewakili jam 03.00-06.00

Menentukan Rata – Rata Kebisingan Sesaat (Leq) 3 M

$$Leq = 10 \log \frac{1}{n} (n_1 \times 10^{L_1/10} + n_2 \times 10^{L_2/10} + n_3 \times 10^{L_3/10} + n_4 \times 10^{L_4/10})$$

Keterangan:

- Leq : *Equivalent Continuous Noise Level* atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara ialah nilai tertentu kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan yang ajeg (*steady*) pada selang waktu yang sama. Satuannya adalah dBA.
 - LTMS = Leq dengan waktu sampling tiap 20 detik
 - LS = Leq selama siang hari
 - LM = Leq selama malam hari
 - LSM = Leq selama siang dan malam hari.
 - Hasil ukur : Dikategorikan menjadi 2, yaitu :
 1. Wilayah Apron Pesawat yaitu wilayah bising bila 85 dB
 2. Wilayah kantor *airport service* yaitu wilayah kurang bising bila < 85 dB
 - Skala Ukur : Nominal
- b. Gangguan Pendengaran Akibat Bising (Noise Induced Hearing Loss/NIHL)
- Definisi : Gangguan pada organ pendengaran yang disebabkan oleh pajanan bising yang cukup keras dalam waktu yang cukup lama dan disebabkan oleh bising di lingkungan kerja. Pada Pemeriksaan Audiometri nada murni didapatkan tuli saraf (SNHL), tanda awal gangguan penurunan bising adalah gambaran takik (notch) pada audiogram, pada frekuensi 3,4, atau 6 kHz, dan kembali normal pada frekuensi 8 kHz. Gangguan pendengaran yang didapatkan bilateral.

- Alat Ukur : Rion audiometer AA-72A
- Cara ukur : Dengan menggunakan pemeriksaan otoskopi dan audiometri nada murni. Sebelum dilakukan pemeriksaan audiometri nada murni, subjek dipastikan bebas dari kebisingan selama minimal 24 jam.

Otoskopi :

Subjek duduk berhadapan dengan dokter yang memeriksa, kemudian alat otoskopi dimasukkan ke dalam liang telinga. Normal bila membran timpani utuh, refleksi cahaya baik, tidak ada retraksi, *bulging* atau pun perforasi. Bila otoskopi dalam batas normal, maka pemeriksaan dilanjutkan dengan pemeriksaan audiometri nada murni.

Audiometri nada murni :

Subjek diminta duduk tenang, dipasang headphone dan diminta memberikan respon bila mendengar suara yang dibunyikan. Pemeriksaan dilakukan pada frekuensi 0,5,1,2,3,4,6,8 kHz pada masing-masing telinga.

- Hasil ukur : Dikategorikan menjadi 2, yaitu :
 1. NIHL
 2. Non NIHL

- Skala ukur : Nominal

c. Masa kerja

- Definisi : Jangka waktu petugas bandara sudah bekerja di bandara Adi Soemarmo.
- Alat Ukur : Kuesioner
- Cara Ukur : Responden mengisi kuesioner kemudian data kuesioner di *cross check* dengan data daftar riwayat hidup personal, kemudian dilakukan pembulatan keatas untuk 5 tahun atau lebih, serta pembulatan ke bawah bila kurang dari 5 tahun masa kerja.
- Hasil ukur : Dikategorikan menjadi 2, yaitu :
 1. < 5 tahun
 2. 5 tahun

- Skala ukur : Nominal

d. Umur

- Definisi : Jumlah tahun lahir para petugas Bandara Adi Soemarmo, yang dihitung sejak tanggal lahir sampai dengan saat pengambilan data dilakukan.
- Alat ukur : Kuesioner
- Cara ukur : Responden mengisi kuesioner, kemudian data kuesioner dilakukan pembulatan keatas untuk 6 bulan atau lebih serta pembulatan kebawah bila kurang dari 6 bulan.
- Hasil ukur : Dikategorikan menjadi 2, yaitu :
 1. < 40 tahun
 2. 40 tahun

- Skala ukur : Nominal

e. Riwayat pemakaian APT

- Definisi : Riwayat kebiasaan pemakaian APT selama bekerja sebagai petugas bandara Adi Soemarmo
- Alat ukur : Kuesioner
- Cara ukur : Responden mengisi kuesioner
- Hasil ukur : Dikategorikan menjadi 2, yaitu :
 1. Selalu
 2. Tidak selalu

- Skala ukur : Nominal

f. Merokok

- Definisi : Merokok adalah kegiatan menghirup asap dari pembakaran tembakau, baik menggunakan rokok, cerutu, maupun pipa.
- Alat Ukur : Kuesioner
- Hasil Ukur : Dikategorikan menjadi 2, yaitu :
 1. Merokok
 2. Tidak merokok

- Skala Ukur : Nominal

f. Hipertensi

- Definisi : Tekanan darah dinyatakan dalam tekanan sistolik dan diastolik.
- Alat ukur : Dilakukan pemeriksaan tekanan darah dengan menggunakan alat *sphygmomanometer* air raksa merek *Rister* dalam posisi duduk.
- Hasil ukur : Dikategorikan menjadi 2, yaitu :
 1. Ya, bila tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg atau diastolik ≥ 90 mmHg
 2. Tidak, bila tekanan darah sistolik < 140 mmHg atau diastolik < 90 mmHg

- Skala ukur : Nominal

g. Diabetes Melitus

- Definisi : Suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya.
- Alat Ukur : Pemeriksaan glukosa darah yang dilakukan setiap waktu sepanjang hari tanpa memperhatikan makanan terakhir yang dimakan dan kondisi tubuh orang tersebut.
- Hasil ukur : Dikategorikan menjadi 2, yaitu :
 1. Ya, DM bila kadar Glukosa Darah Sewaktu ≥ 200 mg/dl
 2. Tidak, DM bila kadar Glukosa Darah Sewaktu < 200 mg/dl

- Skala Ukur : Nominal

h. Hiperlipidemia

- Definisi : Penyakit yang mengakibatkan kadar lemak dalam darah meningkat sebagai manifestasi kelainan metabolisme atau transportasi lemak.

- Alat Ukur : Pasien diwajibkan puasa 10-12 jam kemudian dilakukan pengambilan darah dengan metode enzimatik kolorimetrik dengan automatic temptra 4000.
- Hasil Ukur :
 1. Ya, Hiperlipidemia bila hasil pemeriksaan kadar kolesterol total 200 mg/dl, Trigliserida 150 mg/dl, HDL 40 mg/dl dan LDL 100 mg/dl.
 2. Tidak, Hiperlipidemia bila hasil pemeriksaan kadar kolesterol total < 200 mg/dl, Trigliserida < 150 mg/dl, HDL < 40 mg/dl dan LDL < 100 mg/dl.
- Skala Ukur : Nominal

G. CARA KERJA PENELITIAN

1. Persiapan

- a. Mencari dan mengumpulkan bahan kepustakaan
- b. Menyusun usulan judul penelitian
- c. Perizinan penelitian di PT. Angkasa Pura I Bandara Adi Soemarmo
- d. Perizinan penelitian di PT. Gapura Angkasa, PT. Cakrawala Airport Service (sebagai pemegang *Ground Handling* Bandara Adi Soemarmo)
- e. Menyusun usulan penelitian

2. Instrument Penelitian

Instrument penelitian merupakan alat bantu bagi peneliti dalam pengumpulan data. Jenis instrument yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Sound Level Meter* untuk mengukur tingkat kebisingan pesawat, otoskopi untuk memeriksa kelainan di telinga luar, audiometri nada murni untuk menentukan ambang pendengaran, sphygmomanometer merk Rister untuk mengukur tekanan darah dan tabung heparin darah, spuit, tourniquet, lancet, glukometer, stik GDA, dan kapas alkohol.

Sedangkan metode pengumpulan data tentang faktor resiko lainnya (usia, masa kerja, riwayat pemakaian APT dan merokok) menggunakan

instrument berupa kuesioner , yaitu sejumlah daftar pertanyaan yang diberikan kepada subjek penelitian dengan maksud agar subjek bersedia memberikan responsesuai apa yang peneliti maksudkan.

3. Pengumpulan Data

- a. Cara pengumpulan data para petugas bandara Adi Sumarmo

Data para petugas kantor *Airport Service* dan petugas *ground handling* apron pesawat bandara Adi Soemarmo diperoleh dari PT. Gapura Angkasa dan PT. Cakrawala Airport Service (sebagai pemegang ground handling bandara Adi Soemarmo).

- b. Cara pengumpulan data gangguan pendengaran

Data gangguan pendengaran yang diperoleh merupakan data primer, dengan melakukan pemeriksaan audiometrik pada subjek penelitian.

- c. Cara pengumpulan data kebisingan kerja

Cara pengumpulan data tentang kebisingan lingkungan kerja dilakukan dengan melakukan pengukuran tingkat kebisingan dengan alat *Sound Level Meter* di lokasi kerja.

- d. Cara pengumpulan data faktor resiko lainnya

Pengukuran faktor resiko lainnya (usia, masa kerja, riwayat pemakaian APT dan merokok) dilakukan dengan metode kuesioner, yang diisi oleh subjek yang telah ditetapkan sebagai sampel penelitian. Pengisian kuesioner dilakukan pada suatu ruangan khusus dan sebelum dilakukan pengisian, terlebih dahulu diberikan penjelasan mengenai petunjuk mengisi kuesioner. Sedangkan faktor resiko penyakit sistemik seperti hipertensi, diabetes melitus dan hiperlipidemia dilakukan pemeriksaan tekanan darah, pemeriksaan glukosa darah sewaktu dengan glukometer selanjutnya para pekerja diwajibkan puasa 10-12 jam, kemudian dilakukan pengambilan darah untuk pemeriksaan kadar kolesterol total, trigliserida, HDL dan LDL.

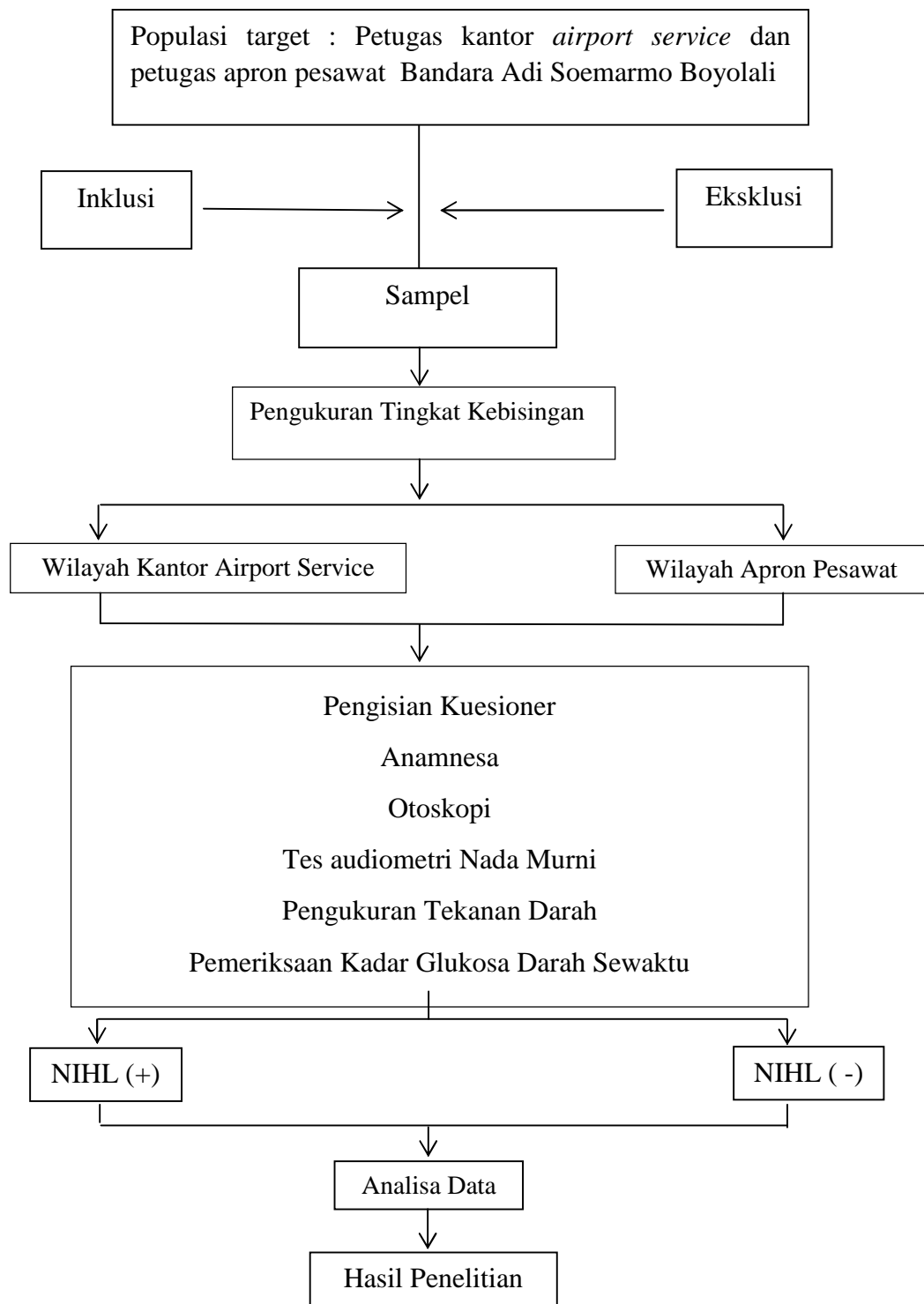
H. ANALISIS

Dalam penelitian ini data akan di uji menggunakan ujistatistik *Chi Square* (bila syarat terpenuhi) dan *Fisher exact* (bila syarat tidak terpenuhi) untuk menilai faktor resiko gangguan pendengaran akibat bising. Besar resiko (Rasio Prevalens/RP) dengan interval kepercayaan *CI* 95 %, dan $\alpha = 5 \%$. Uji multivariat dengan regresi logistik untuk mencari aktor resiko yang paling berpengaruh terhadap kejadian gangguan pendengaran akibat bising. Faktor yang dinilai berpengaruh bila variabel tersebut pada uji multivariat dengan $p < 0,05$ dan diolah dengan menggunakan *SPSS for windows 22.0*.

I. ETIKA PENELITIAN

Sebelum penatalaksanaan penelitian, terlebih dahulu di minta persetujuan dari PT. Gapura Angkasa dan PT. Cakrawala Airport Service diteruskan kepada panitia Komisi Etik Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta / RSUD dr. Moewardi Surakarta kemudian dikeluarkan surat *ethical clearance*.

J. ALUR PENELITIAN



BAB IV

HASIL PENELITIAN

Studi *cross sectional* dilakukan dengan subyek penelitian para petugas Bandara Adi Soemarmo Boyolali. Penelitian dilakukan pada bulan November 2017. Sampel untuk penelitian adalah sebanyak 120 orang yang terdiri atas 75 orang petugas di wilayah Apron Pesawat dan 45 orang petugas di wilayah Kantor *Airport Service*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh tingkat kebisingan terhadap kejadian gangguan pendengaran akibat bising (*Noise Induced Hearing Loss / NIHL*).

A. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan

Tingkat kebisingan dari dua wilayah yang diteliti, dinyatakan dengan Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (*Equivalent Continuous Noise Level* disimbolkan L_{eq}). Pengukuran dilakukan pada empat waktu pada saat pesawat *landing* dan *take off* yaitu L1 (diambil mewakili jam 06.00–09.00), L2 (diambil mewakili jam 09.00–13.00), L3 (diambil mewakili jam 13.00–17.00), dan L4 (diambil mewakili jam 17.00–22.00). Pada setiap waktu pengukuran dilakukan pengukuran sebanyak 30 kali (tiap 20 detik selama 10 menit). Ringkasan hasil pengukuran tingkat kebisingan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan

Waktu Pengukuran	n	Rata-rata Hasil Pengukuran	
		Wilayah Apron Pesawat	Wilayah Kantor Airport Service
L1	30	107,0 dB	80,4 dB
L2	30	109,9 dB	85,8 dB
L3	30	108,5 dB	83,4 dB
L4	30	108,0 dB	82,2 dB
Leq	120	108,47 dB	83,41 dB

Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan tingkat kebisingan yang cukup jelas di kedua area pada keempat waktu pengukuran. Pengukuran tingkat kebisingan di wilayah apron pesawat menghasilkan angka kebisingan sinambung setara atau Leq sebesar 108,47 dB. Dengan angka yang lebih besar dari 85 dB maka dalam penelitian ini tingkat paparan yang diterima petugas yang bekerja di wilayah apron pesawat dikategorikan bising. Pengukuran tingkat kebisingan di wilayah kantor *airport service* menghasilkan angka kebisingan sinambung setara atau Leq sebesar 83,41 dB. Dengan angka yang masih di bawah 85 dB maka dalam penelitian ini tingkat paparan yang diterima petugas yang bekerja di wilayah kantor *airport service* dikategorikan tidak bising.

B. Hasil Penilaian Gangguan Pendengaran (NIHL)

Gangguan pendengaran akibat bising atau NIHL diketahui berdasarkan pemeriksaan audiometri. Hasilnya menunjukkan bahwa dari 120 orang pekerja yang menjadi subyek penelitian terdapat 34 orang (28,3%) yang dinyatakan

mengalami NIHL. Dari 34 orang tersebut 30 orang dikategorikan mengalami NIHL ringan dan 4 orang dikategorikan mengalami NIHL sedang. Adapun 86 orang (71,7%) yang lain dinyatakan tidak mengalami NIHL (memiliki pendengaran normal). Distribusi NIHL selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Distribusi Gangguan Pendengaran (NIHL) berdasarkan Hasil Pemeriksaan Audiometri

Hasil Pemeriksaan Audiometri	Petugas Apron Pesawat		Petugas Kantor		Total Sampel	
	n	%	n	%	n	%
NIHL	27	36,0	7	15,6	34	28,3
Ringan	23	30,7	7	15,6	30	25,0
Sedang	4	5,3	—	—	4	3,3
Sedang Berat	—	—	—	—	—	—
Berat	—	—	—	—	—	—
Sangat Berat	—	—	—	—	—	—
Normal	48	64,0	38	84,4	86	71,7
Total	75	100,0	45	100,0	120	100,0

Berdasarkan wilayah kerjanya diketahui bahwa prevalensi NIHL pada petugas di wilayah apron pesawat yang bising adalah 27 dari 75 orang (36,0%). Angka ini relatif lebih tinggi dibandingkan prevalensi NIHL pada petugas di wilayah kantor yang tidak bising yaitu 7 dari 45 orang (15,6%). Dari 27 orang yang mengalami NIHL di wilayah apron pesawat, 23 diantaranya dikategorikan mengalami NIHL ringan dan 4 yang lain dikategorikan mengalami NIHL sedang. Adapun 7 orang yang mengalami NIHL di wilayah kantor semuanya dikategorikan mengalami NIHL ringan.

C. Deskripsi Sampel Penelitian

Deskripsi sampel penelitian berdasarkan berbagai karakteristik seperti jenis kelamin, umur, masa kerja, pemakaian Alat Pelindung Telinga (APT), kebiasaan merokok, hipertensi, diabetes melitus, dan hiperlipidemia, dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Jenis Kelamin

Tabel 4.3 Deskripsi Sampel Penelitian Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	NIHL		Non NIHL	
	n	%	n	%
Laki-laki	32	94,1	52	60,5
Perempuan	2	5,9	34	39,5
Total	34	100,0	86	100,0

Tabel 4.3 memperlihatkan distribusi sampel menurut jenis kelamin berdasarkan kejadian NIHL. Dari 34 orang yang mengalami NIHL terdapat 32 orang (94,1%) laki-laki dan 2 orang (5,9%) perempuan. Dari 86 orang yang tidak mengalami NIHL terdapat 52 orang (60,5%) laki-laki dan 34 orang (39,5%) perempuan.

2. Umur

Tabel 4.4 Deskripsi Sampel Penelitian Berdasarkan Umur

Umur	Petugas Apron Pesawat			Petugas Kantor		
	NIHL	Non NIHL	Total	NIHL	Non NIHL	Total
20 – 29 tahun	4 (14,8)	15 (31,2)	19 (25,3)	1 (14,3)	16 (42,1)	17 (37,8)
30 – 39 tahun	13 (48,1)	29 (60,4)	42 (56,0)	2 (28,3)	19 (50,0)	21 (46,7)
40 – 49 tahun	7 (25,9)	4 (8,3)	11 (14,7)	3 (42,9)	3 (7,9)	6 (13,3)
50 – 59 tahun	3 (11,1)	0 (0,0)	3 (4,0)	1 (14,3)	0 (0,0)	1 (2,2)
Total	27 (100,0)	48 (100,0)	75 (100,0)	7 (100,0)	38 (100,0)	45 (100,0)

Tabel 4.4 memperlihatkan distribusi sampel menurut umur pada masing-masing wilayah kerja dan dirinci berdasarkan kejadian NIHL. Petugas yang bekerja di wilayah apron pesawat sebagian besar berumur 30–39 tahun baik pada kelompok yang mengalami NIHL (48,1%), yang tidak mengalami NIHL (60,4%), atau keseluruhan (56,0%). Petugas yang bekerja di wilayah kantor yang tidak mengalami NIHL (50,0%) dan keseluruhan (46,7%) berumur 30–39 tahun. Adapun petugas di wilayah kantor yang mengalami NIHL sebagian besar berumur 40–49 tahun (42,9%).

3. Masa Kerja

Tabel 4.5 Deskripsi Sampel Penelitian Berdasarkan Masa Kerja

Masa Kerja	Petugas Apron Pesawat			Petugas Kantor		
	NIHL	Non NIHL	Total	NIHL	Non NIHL	Total
≥ 5 tahun	20 (74,1)	10 (20,8)	30 (40,0)	5 (71,4)	13 (34,2)	18 (40,0)
< 5 tahun	7 (25,9)	38 (79,2)	45 (60,0)	2 (28,6)	25 (65,8)	27 (60,0)
Total	27 (100,0)	48 (100,0)	75 (100,0)	7 (100,0)	38 (100,0)	45 (100,0)

Tabel 4.5 memperlihatkan distribusi sampel menurut masa kerja pada masing-masing wilayah kerja dan dirinci berdasarkan kejadian NIHL. Proporsi petugas yang baru bekerja kurang dari 5 tahun (60,0%) lebih besar dibandingkan petugas yang sudah bekerja 5 tahun atau lebih (40,0%). Petugas di wilayah apron pesawat yang mengalami NIHL sebagian besar telah bekerja 5 tahun atau lebih (74,1%), sedangkan yang tidak mengalami NIHL sebagian besar baru bekerja kurang dari 5 tahun (79,2%). Demikian juga petugas di wilayah kantor yang mengalami NIHL sebagian besar telah bekerja 5 tahun atau lebih (71,4%), sedangkan yang tidak mengalami NIHL sebagian besar baru bekerja kurang dari 5 tahun (65,8%).

4. Pemakaian APT

Tabel 4.6 Deskripsi Sampel Penelitian Berdasarkan Pemakaian APT

Pemakaian APT	Petugas Apron Pesawat			Petugas Kantor		
	NIHL	Non NIHL	Total	NIHL	Non NIHL	Total
Tidak Selalu	20 (74,1)	22 (45,8)	42 (56,0)	4 (57,1)	13 (34,2)	17 (37,8)
Selalu	7 (25,9)	26 (54,2)	33 (44,0)	3 (42,9)	25 (65,8)	28 (62,2)
Total	27 (100,0)	48 (100,0)	75 (100,0)	7 (100,0)	38 (100,0)	45 (100,0)

Tabel 4.6 memperlihatkan distribusi sampel menurut pemakaian APT pada masing-masing wilayah kerja dan dirinci berdasarkan kejadian NIHL. Petugas di wilayah apron pesawat lebih banyak yang tidak selalu atau tidak rutin memakai APT (56,0%) sedangkan petugas di wilayah kantor lebih banyak yang selalu atau secara rutin memakai APT (62,2%). Petugas di wilayah apron pesawat yang mengalami NIHL lebih banyak yang tidak selalu memakai APT (74,1%), sedangkan yang tidak mengalami NIHL lebih banyak yang selalu memakai APT (54,2%). Demikian juga petugas di wilayah kantor yang mengalami NIHL lebih banyak yang tidak selalu memakai APT (57,1%), sedangkan yang tidak mengalami NIHL lebih banyak yang selalu memakai APT (65,8%).

5. Merokok

Tabel 4.7 Deskripsi Sampel Penelitian Berdasarkan Kebiasaan Merokok

Merokok	Petugas Apron Pesawat			Petugas Kantor		
	NIHL	Non NIHL	Total	NIHL	Non NIHL	Total
Ya	9 (33,3)	15 (31,2)	24 (32,0)	3 (42,9)	10 (26,3)	13 (28,9)
Tidak	18 (66,7)	33 (68,8)	51 (68,0)	4 (57,1)	28 (73,7)	32 (71,1)
Total	27 (100,0)	48 (100,0)	75 (100,0)	7 (100,0)	38 (100,0)	45 (100,0)

Tabel 4.7 memperlihatkan distribusi sampel menurut kebiasaan merokok pada masing-masing wilayah kerja dan dirinci berdasarkan kejadian NIHL. Jumlah perokok mencapai sekitar hampir sepertiga dari semua sampel yang terbagi relatif merata pada petugas di wilayah apron pesawat (32,0%) dan di wilayah kantor (28,9%). Proporsi perokok di wilayah apron pesawat yang mengalami NIHL (33,3%) relatif setara dengan yang tidak mengalami NIHL (31,2%). Adapun proporsi perokok di wilayah kantor yang mengalami NIHL (42,9%) lebih besar dibandingkan dengan yang tidak mengalami NIHL (26,3%).

6. Hipertensi

Tabel 4.8 Deskripsi Sampel Penelitian Berdasarkan Hipertensi

Hipertensi	Petugas Apron Pesawat			Petugas Kantor		
	NIHL	Non NIHL	Total	NIHL	Non NIHL	Total
Ya ($\geq 140/90$)	11 (40,7)	4 (8,3)	15 (20,0)	4 (57,1)	3 (7,9)	7 (15,6)
Tidak ($< 140/90$)	16 (59,3)	44 (91,7)	60 (80,0)	3 (42,9)	35 (92,1)	38 (84,4)
Total	27 (100,0)	48 (100,0)	75 (100,0)	7 (100,0)	38 (100,0)	45 (100,0)

Tabel 4.8 memperlihatkan distribusi sampel menurut kejadian hipertensi pada masing-masing wilayah kerja dan dirinci berdasarkan kejadian NIHL. Prevalensi kejadian hipertensi (sistolik ≥ 140 mmHg atau diastolik ≥ 90 mmHg) adalah sebesar 20,0% pada petugas di wilayah apron pesawat dan 15,6% pada petugas di wilayah kantor. Prevalensi hipertensi selalu lebih besar pada petugas yang mengalami NIHL dibandingkan yang tidak mengalami NIHL, baik yang bekerja di wilayah apron pesawat atau di wilayah kantor.

7. Diabetes Melitus

Tabel 4.9 Deskripsi Sampel Penelitian Berdasarkan Diabetes Melitus

Diabetes Melitus	Petugas Apron Pesawat			Petugas Kantor		
	NIHL	Non NIHL	Total	NIHL	Non NIHL	Total
Ya (GDS \geq 200 mg/dl)	12 (44,4)	7 (14,6)	19 (25,3)	5 (71,4)	4 (10,5)	9 (20,0)
Tidak (GDS < 200 mg/dl)	15 (55,6)	41 (85,4)	56 (74,7)	2 (28,6)	34 (89,5)	36 (80,0)
Total	27 (100,0)	48 (100,0)	75 (100,0)	7 (100,0)	38 (100,0)	45 (100,0)

Tabel 4.9 memperlihatkan distribusi sampel menurut keberadaan riwayat atau sedang menderita diabetes melitus. Diabetes melitus didiagnosis berdasarkan kadar gula darah sewaktu (GDS) \geq 200 mg/dl. Prevalensi diabetes melitus adalah sebesar 25,3% pada petugas di wilayah apron pesawat dan 20,0% pada petugas di wilayah kantor. Prevalensi diabetes melitus selalu lebih besar pada petugas yang mengalami NIHL dibandingkan yang tidak mengalami NIHL, baik yang bekerja di wilayah apron pesawat atau di wilayah kantor.

8. Hiperlipidemia

Tabel 4.10 Deskripsi Sampel Penelitian Berdasarkan Profil Lemak dan Kejadian Hiperlipidemia

Hiperlipidemia	Petugas Apron Pesawat			Petugas Kantor		
	NIHL	Non NIHL	Total	NIHL	Non NIHL	Total
Ya	14 (51,9)	2 (4,2)	16 (21,3)	2 (28,6)	4 (10,5)	6 (13,3)
Tidak	13 (48,1)	46 (95,8)	59 (78,7)	5 (71,4)	34 (89,5)	39 (86,7)
Total	27 (100,0)	48 (100,0)	75 (100,0)	7 (100,0)	38 (100,0)	45 (100,0)

Tabel 4.10 memperlihatkan distribusi sampel menurut kejadian hiperlipidemia pada masing-masing wilayah kerja dan dirinci berdasarkan kejadian NIHL. Prevalensi kejadian hiperlipidemia (kolesterol total ≥ 200 mg/dl, trigliserida ≥ 150 mg/dl, HDL ≥ 40 mg/dl, LDL ≥ 100 mg/dl) adalah sebesar 21,3% pada petugas di wilayah apron pesawat dan 13,3% pada petugas di wilayah kantor. Prevalensi kejadian hiperlipidemia selalu lebih besar pada petugas yang mengalami NIHL dibandingkan yang tidak mengalami NIHL, baik yang bekerja di wilayah apron pesawat atau di wilayah kantor.

D. Analisis Homogenitas Faktor-faktor Selain Tingkat Kebisingan

Pengujian homogenitas faktor-faktor selain tingkat kebisingan dilakukan untuk mengetahui apakah faktor-faktor tersebut berpotensi memiliki efek perancu terhadap hubungan antara tingkat kebisingan dengan NIHL. Konsep homogenitas

yang dimaksud adalah adanya keseragaman distribusi faktor-faktor lain tersebut antara sampel yang mendapat paparan bising (petugas di wilayah apron pesawat) dengan sampel yang mendapat paparan tidak bising (petugas di wilayah kantor). Hasil uji homogenitas selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Uji Homogenitas Kofaktor Tingkat Kebisingan

Kofaktor	Bising		Tidak Bising		p
	n	%	n	%	
Umur					
≥ 40 tahun	14	18,7	7	15,6	0,664
< 40 tahun	61	81,3	38	84,4	
Masa Kerja					
≥ 5 tahun	30	40,0	18	40,0	1,000
< 5 tahun	45	60,0	27	60,0	
Pemakaian APT					
Tidak Selalu	42	56,0	17	37,8	0,053
Selalu	33	44,0	28	62,2	
Merokok					
Ya	24	32,0	13	28,9	0,721
Tidak	51	68,0	32	71,1	
Hipertensi					
Ya	15	20,0	7	15,6	0,542
Tidak	60	80,0	38	84,4	
Diabetes Melitus					
Ya	19	25,3	9	20,0	0,504
Tidak	56	74,7	36	80,0	
Hiperlipidemia					
Ya	16	21,3	6	13,3	0,273
Tidak	59	78,7	39	86,7	

Keterangan: Uji statistik dilakukan dengan *chi square test*.

Berdasarkan tabel 4.11 diketahui bahwa selain masa kerja yang distribusinya benar-benar identik antara sampel yang mendapat paparan bising dengan sampel yang mendapat paparan tidak bising ($p = 1,000$), memang ada

perbedaan angka observasi antara kedua kelompok sampel pada kofaktor-kofaktor lain. Prevalensi sampel dengan umur 40 tahun ke atas pada kelompok sampel yang mendapat paparan bising (18,7%) lebih tinggi dibandingkan pada kelompok sampel yang mendapat paparan tidak bising (15,6%). Prevalensi sampel yang tidak selalu memakai APT pada kelompok sampel yang mendapat paparan bising (56,0%) lebih tinggi dibandingkan pada kelompok sampel yang mendapat paparan tidak bising (37,8%). Prevalensi sampel yang merokok pada kelompok sampel yang mendapat paparan bising (32,0%) lebih tinggi dibandingkan pada kelompok sampel yang mendapat paparan tidak bising (28,9%). Prevalensi sampel dengan hipertensi pada kelompok sampel yang mendapat paparan bising (20,0%) lebih tinggi dibandingkan pada kelompok sampel yang mendapat paparan tidak bising (15,6%). Prevalensi sampel dengan diabetes mellitus pada kelompok sampel yang mendapat paparan bising (25,3%) lebih tinggi dibandingkan pada kelompok sampel yang mendapat paparan tidak bising (20,0%). Prevalensi sampel dengan hiperlipidemia pada kelompok sampel yang mendapat paparan bising (21,3%) lebih tinggi dibandingkan pada kelompok sampel yang mendapat paparan tidak bising (13,3%). Meskipun begitu pengujian statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara sampel yang mendapat paparan bising dengan sampel yang mendapat paparan tidak bising pada kofaktor umur ($p = 0,664$; $p > 0,05$), pemakaian APT ($p = 0,053$; $p > 0,05$), merokok ($p = 0,721$; $p > 0,05$), hipertensi ($p = 0,542$; $p > 0,05$), diabetes mellitus ($p = 0,504$; $p > 0,05$), dan hiperlipidemia ($p = 0,273$; $p > 0,05$). Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa terdapat homogenitas umur, masa kerja, pemakaian APT, merokok,

hipertensi, diabetes melitus, dan hiperlipidemia, antara kedua kelompok sampel menurut tingkat kebisingan.

E. Analisis Bivariat Pengaruh Tingkat Kebisingan dan Faktor-faktor Lain terhadap Kejadian NIHL

Faktor risiko utama yang dianalisis dalam penelitian ini adalah tingkat kebisingan. Faktor risiko lain yang dijadikan sebagai kofaktor adalah umur, masa kerja, pemakaian Alat Pelindung Telinga (APT), merokok, hipertensi, diabetes melitus, dan hiperlipidemia.

1. Pengaruh Tingkat Kebisingan terhadap Kejadian NIHL

Tabel 4.12 Pengaruh Tingkat Kebisingan terhadap Kejadian NIHL

Kebisingan	NIHL		Non NIHL		P	RP (95% CI)
	n	%	n	%		
Wilayah Apron Pesawat (> 85 dB)	27	36,0	48	64,0	0,016	2,314 (1,099 – 4,873)
Wilayah Kantor Airport service (< 85 dB)	7	15,6	38	84,4		

Keterangan: Uji statistik dilakukan dengan *chi square test*. RP = rasio prevalensi.

Tabel 4.12 memperlihatkan distribusi prevalensi kejadian NIHL berdasarkan paparan tingkat kebisingan yang diterima dan pengujian statistiknya. Prevalensi kejadian NIHL pada sampel yang mendapat paparan dengan kategori bising (bekerja di wilayah apron pesawat) 36,0% sedangkan prevalensi kejadian NIHL pada sampel yang mendapat paparan dengan kategori tidak bising (bekerja di wilayah kantor) adalah 15,6%. Secara deskriptif diketahui bahwa prevalensi kejadian NIHL lebih tinggi pada subyek

yang mendapat paparan bising dibandingkan pada subyek yang mendapat paparan kurang bising.

Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut tingkat kebisingan adalah signifikan ($p = 0,016$; $p < 0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa secara bivariat tingkat kebisingan berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Perhitungan RP menghasilkan angka 2,314. $RP > 1$ menunjukkan bahwa pekerja yang mendapat paparan dalam kategori bising memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang mendapat paparan dalam kategori kurang bising.

2. Pengaruh Kofaktor terhadap Kejadian NIHL

Keberadaan faktor-faktor lain yang secara teoretis memiliki kemungkinan berpengaruh terhadap kejadian NIHL dapat merancu kesimpulan mengenai pengaruh tingkat kebisingan terhadap kejadian NIHL. Distribusi prevalensi kejadian NIHL berdasarkan kategori masing-masing kofaktor dan pengujian statistiknya selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Analisis Bivariat Pengaruh Kofaktor terhadap Kejadian NIHL

Kofaktor	NIHL		Non NIHL		p	RP (95% CI)
	n	%	n	%		
Umur						
≥ 40 tahun	14	66,7	7	33,3	< 0,001	3,300 (2,012 – 5,412)
< 40 tahun	20	20,2	79	79,8		
Masa Kerja						
≥ 5 tahun	25	52,1	23	47,9	< 0,001	4,167 (2,135 – 8,132)
< 5 tahun	9	12,5	63	87,5		
Pemakaian APT						
Tidak Selalu	24	40,7	35	59,3	< 0,003	2,481 (1,302 – 4,730)
Selalu	10	16,4	51	83,6		
Merokok						
Ya	12	32,4	25	67,6	0,506	1,224 (0,680 – 2,201)
Tidak	22	26,5	61	73,5		
Hipertensi						
Ya	15	68,2	7	31,8	< 0,001	3,517 (2,145 – 5,766)
Tidak	19	19,4	79	80,6		
Diabetes Mellitus						
Ya	17	60,7	11	39,3	< 0,001	3,286 (1,949 – 5,540)
Tidak	17	18,5	75	81,5		
Hiperlipidemia						
Ya	16	72,7	6	27,3	< 0,001	3,960 (2,427 – 6,461)
Tidak	18	18,4	80	81,6		

Keterangan: Uji statistik dilakukan dengan *chi square test*. RP = rasio prevalensi.

Berdasarkan tabel 4.13 diketahui bahwa selain merokok semua kofaktor lain secara bivariat berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Berikut adalah uraian analisis masing-masing kofaktor.

a. Umur

Umur dengan kategori 40 tahun ke atas secara teoretis dapat meningkatkan kemungkinan kejadian NIHL. Hasil observasi menunjukkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada subyek berumur 40 tahun ke atas

(66,7%) lebih besar dibandingkan pada subyek berumur kurang dari 40 tahun (20,2%). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut kategori umur tersebut secara statistik dinyatakan signifikan ($p < 0,001$; $p < 0,05$). Hal ini berarti bahwa umur secara bivariat berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 3,300 ($RP > 1$) maka dapat disimpulkan bahwa pekerja dengan umur ≥ 40 tahun memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja dengan umur < 40 tahun.

b. Masa Kerja

Masa kerja dengan kategori 5 tahun ke atas secara teoretis dapat meningkatkan kemungkinan kejadian NIHL. Hasil observasi menunjukkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada subyek dengan masa kerja 5 tahun ke atas (52,1%) lebih besar dibandingkan pada subyek dengan masa kerja kurang dari 5 tahun (12,5%). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut kategori masa kerja tersebut secara statistik dinyatakan signifikan ($p < 0,001$; $p < 0,05$). Hal ini berarti bahwa masa kerja secara bivariat berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 4,167 ($RP > 1$) maka dapat disimpulkan bahwa pekerja dengan masa kerja ≥ 5 tahun memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja dengan masa kerja < 5 tahun.

c. Pemakaian APT

Pemakaian APT tidak rutin (kategori tidak selalu) secara teoretis dapat meningkatkan kemungkinan kejadian NIHL. Hasil observasi

menunjukkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada subyek yang tidak selalu memakai APT (40,7%) lebih besar dibandingkan pada subyek yang selalu memakai APT (16,4%). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut kategori pemakaian APT tersebut secara statistik dinyatakan signifikan ($p = 0,003$; $p < 0,05$). Hal ini berarti bahwa pemakaian APT secara bivariat berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 2,481 ($RP > 1$) maka dapat disimpulkan bahwa pekerja yang tidak selalu memakai APT memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang selalu memakai APT.

d. Merokok

Merokok secara teoretis dapat meningkatkan kemungkinan kejadian NIHL. Hasil observasi menunjukkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada subyek yang merokok (32,4%) lebih besar dibandingkan pada subyek yang tidak merokok (26,5%). Meskipun begitu perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut kebiasaan merokok tersebut secara statistik dinyatakan tidak signifikan ($p = 0,506$; $p > 0,05$). Hal ini berarti bahwa merokok secara bivariat tidak berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL.

e. Hipertensi

Keberadaan penyakit hipertensi (tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg atau tekanan darah diastolik ≥ 90 mmHg) secara teoretis dapat meningkatkan kemungkinan kejadian NIHL. Hasil observasi menunjukkan

bahwa prevalensi kejadian NIHL pada subyek penderita hipertensi (68,2%) lebih besar dibandingkan pada subyek yang bukan penderita hipertensi (19,4%). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut keberadaan penyakit hipertensi tersebut secara statistik dinyatakan signifikan ($p < 0,001$; $p < 0,05$). Hal ini berarti bahwa hipertensi secara bivariat berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 3,517 ($RP > 1$) maka dapat disimpulkan bahwa pekerja penderita hipertensi memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang bukan penderita hipertensi.

f. Diabetes Melitus

Keberadaan penyakit diabetes melitus ($GDS \geq 200$ mg/dl) secara teoretis dapat meningkatkan kemungkinan kejadian NIHL. Hasil observasi menunjukkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada subyek penderita diabetes melitus (60,7%) lebih besar dibandingkan pada subyek yang bukan penderita diabetes melitus (18,5%). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut keberadaan penyakit diabetes melitus tersebut secara statistik dinyatakan signifikan ($p < 0,001$; $p < 0,05$). Hal ini berarti bahwa diabetes melitus secara bivariat berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 3,286 ($RP > 1$) maka dapat disimpulkan bahwa pekerja penderita diabetes melitus memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang bukan penderita diabetes melitus.

g. Hiperlipidemia

Keberadaan penyakit hiperlipidemia (kolesterol total ≥ 200 mg/dl, trigliserida ≥ 150 mg/dl, HDL ≥ 40 mg/dl, LDL ≥ 100 mg/dl) secara teoretis dapat meningkatkan kemungkinan kejadian NIHL. Hasil observasi menunjukkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada subyek penderita hiperlipidemia (72,7%) lebih besar dibandingkan pada subyek yang bukan penderita hiperlipidemia (18,4%). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut keberadaan penyakit hiperlipidemia tersebut secara statistik dinyatakan signifikan ($p < 0,001$; $p < 0,05$). Hal ini berarti bahwa hiperlipidemia secara bivariat berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 3,960 ($RP > 1$) maka dapat disimpulkan bahwa pekerja penderita hiperlipidemia memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang bukan penderita hiperlipidemia.

F. Analisis Multivariat Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kejadian NIHL

Secara bivariat tingkat kebisingan dinyatakan berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL di mana pekerja yang mendapat paparan bising memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang mendapat paparan tidak bising. Hasil analisis tersebut belum dapat dijadikan sebagai kesimpulan dikarenakan adanya faktor-faktor lain yang juga diperkirakan berpengaruh terhadap kejadian NIHL dan secara bivariat sebagian besar faktor-faktor tersebut terbukti berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Efek

perancu antara satu faktor dengan faktor yang lain dapat dikontrol melalui analisis multivariat. Hasil perhitungan analisis multivariat dengan model regresi logistik untuk faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kejadian NIHL dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Analisis Multivariat Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Kejadian NIHL

Faktor	p	RP
Tingkat Kebisingan (Bising vs Tidak Bising)	0,024	1,649
Umur (≥ 40 tahun vs < 40 tahun)	0,847	1,078
Masa Kerja (≥ 5 tahun vs < 5 tahun)	0,001	1,814
Pemakaian APT (Tidak Selalu vs Selalu)	0,004	1,794
Merokok (Ya vs Tidak)	0,620	0,830
Hipertensi (Ya vs Tidak)	0,013	1,797
Diabetes Melitus (Ya vs Tidak)	0,544	1,248
Hiperlipidemia (Ya vs Tidak)	0,018	1,725

Keterangan: $-2 \log \text{likelihood} = 77,843$; Nagelkerke $R^2 = 60,2\%$; Hosmer & Lemeshow $\chi^2 = 11,993$ ($p = 0,101$).

Berdasarkan tabel 4.14 diketahui bahwa sebagian besar faktor yang berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL secara bivariat juga tetap berpengaruh signifikan secara multivariat. Hal ini berarti bahwa faktor-faktor tersebut memiliki kontribusi individu yang cukup menentukan yang tidak terwakilkan oleh faktor yang lain. Faktor-faktor tersebut meliputi faktor utama yang diteliti yaitu tingkat kebisingan ($p = 0,024$; $p < 0,05$) dan empat kofaktor lain yaitu masa kerja ($p = 0,001$; $p < 0,05$), pemakaian APT ($p = 0,004$; $p < 0,05$), hipertensi ($p = 0,013$; $p < 0,05$), dan hiperlipidemia ($p = 0,018$; $p < 0,05$). Faktor merokok tetap tidak berpengaruh signifikan baik secara bivariat maupun

multivariat ($p = 0,620$; $p > 0,05$). Faktor umur ($p = 0,847$; $p > 0,05$) dan diabetes melitus ($p = 0,544$; $p > 0,05$) yang secara bivariat berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL menjadi tidak berpengaruh signifikan secara multivariat.

Dari hasil analisis multivariat ini dapat diperoleh kesimpulan bahwa tingkat kebisingan (dengan mempertimbangkan efek dari faktor-faktor lain seperti umur, masa kerja, pemakaian APT, merokok, hipertensi, diabetes melitus, dan hiperlipidemia) berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Nilai RP sebesar 1,649 ($RP > 1$) menunjukkan bahwa tingkat kebisingan yang lebih tinggi meningkatkan kemungkinan kejadian NIHL pada petugas bandara. Petugas yang mendapat paparan bising (di atas 85 dB) memiliki kemungkinan mengalami NIHL 1,649 kali lebih besar dibandingkan petugas yang mendapat paparan tidak bising (di bawah 85 dB).

BAB V

PEMBAHASAN

A. PEMBAHASAN

Penelitian dengan studi *cross sectional* ini dilakukan pada petugas bandara Adi Soemarmo Boyolali sebanyak 120 orang yang terdiri dari 75 orang petugas di wilayah apron pesawat dan 45 orang petugas di wilayah kantor *airport service*.

Dari hasil pengukuran tingkat bising dari dua wilayah yang diteliti, didapatkan bahwa tingkat kebisingan di wilayah apron pesawat dan wilayah kantor *airport service* menghasilkan tingkat kebisingan yang berbeda. Pada penelitian ini didapatkan tingkat kebisingan pada wilayah apron pesawat menghasilkan angka kebisingan sebesar 108,7 dB dan tingkat kebisingan di wilayah kantor *airport service* menghasilkan angka kebisingan sebesar 83,41 dB.

Hal ini sesuai dengan dengan kepustakaan yang menyebutkan bahwa bising pesawat terbang termasuk ke dalam jenis bising kontinyu dengan frekuensi luas. Bising dengan rentang frekuensi 2-5 kHz lebih merusak pendengaran manusia dibandingkan bising dengan energi yang sama pada frekuensi yang lebih rendah atau lebih tinggi (Dobie, 2006; Nasir HM dan KG Rampal, 2012).

Jika merujuk pada standar yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja dan berdasarkan hasil pengukuran tingkat kebisingan dalam penelitian ini, maka waktu batas paparan yang aman untuk para pekerja di wilayah apron pesawat (108,47 dB) adalah 3, 75 menit perhari dan untuk wilayah kantor *airport service* (83,41dB) adalah 8 jam perhari. Hal ini disesuaikan dengan standar “aturan 3 dB “, dimana setiap kenaikan intensitas kebisingan sebesar 3 dB maka waktu paparan harus dikurangi setengahnya. Bila melebihi batas yang ditetapkan, maka bising berisiko mengakibatkan kerusakan pada organ pendengaran (Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI, 1999).

Hal ini menunjukkan bahwa petugas yang bekerja di wilayah apron pesawat secara rutin setiap hari mendapatkan paparan kebisingan melebihi batas

yang diperbolehkan untuk kesehatan khususnya telinga. Mekanisme yang mendasari NIHL diduga stres mekanik dan metabolik pada organ sensorik auditorik bersamaan dengan kerusakan sel sensorik atau bahkan kerusakan total organ korti di dalam koklea. Kerusakan pada struktur organ tertentu yang ditimbulkan bergantung pada intensitas, lama paparan, dan frekuensi bising (Rampal dan Noorhassim, 2012).

Tingkat Kebisingan pada wilayah kantor *airport service* dengan angka kebisingan sebesar 83,41 dB hal ini tidak sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no KEP.48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan Peruntukan Kawasan atau Lingkungan Kegiatan untuk wilayah perkantoran di batasi dengan tingkat kebisingan sebesar 65 dB, namun untuk wilayah perkantoran *airport service* masih berada dibawah nilai ambang batas kebisingan di tempat kerja yang berlaku di Indonesia sebesar 85dBA.

Menurut *Standard Basic Requirement* OSHA Pengendalian kebisingan pada medium propagasi (medium rambat) seperti bangunan kantor sangat di pengaruhi oleh beberapa hal antara lain usaha untuk melakukan pemisahan ruangan dengan sekat atau pembatas akustik, penggunaan material yang memiliki daya serap suara, pembuatan *barrier* yang berfungsi untuk menghalangi paparan bising dari sumber ke penerima dan dibangun di jalur propagasi antara sumber dan penerima. Usaha lain dapat dilakukan misal dengan pemasangan panel dan penghalang, serta memperluas jarak antara sumber dan melakukan pemagaran.

Faktor risiko yang diteliti dalam penelitian ini, yaitu umur, masa kerja, pemakaian APT, merokok, hipertensi, diabetes melitus dan hiperdipidemia. Faktor risiko tersebut juga dikemukakan oleh Hong dan Kim (2001) yang mengidentifikasi faktor risiko dari NIHL, yaitu paparan bising, lama paparan bising, paparan bising di luar pekerjaan, riwayat penyakit telinga, riwayat pemakaian obat-obat ototoksik, merokok, hipertensi, dan pemakain APT.

Sejumlah 120 subjek penelitian, dilakukan pemeriksaan audiometri nada murni untuk menegakkan diagnosis dari NIHL. Pemeriksaan audiometri nada murni, meski bukan indikator yang sempurna untuk mendeteksi kelainan yang terjadi pada koklea, namun dianggap cukup mewakili dan telah digunakan

secara luas untuk mendeteksi adanya suatu gangguan pendengaran akibat bising. Disebutkan bahwa untuk bising kontinyu spektrum luas, kerusakan terberat terjadi pada frekuensi tinggi yang terdapat pada bagian basal koklea. Kerusakan ini secara akurat akan tercermin pada pola audioram, dimana adanya suatu *noise notch* menandakan adanya kerusakan sel-sel sensori pada bagian basal koklea, yang merupakan daerah untuk bunyi frekuensi tinggi (Mills dan Adkins WY, 2006).

Prevalensi kejadian NIHL pada sampel yang mendapat paparan dengan kategori bising (bekerja di wilayah apron pesawat) adalah 27 orang dari 75 orang (36,0%) sedangkan prevalensi kejadian NIHL pada sampel yang mendapat paparan dengan kategori kurang bising (bekerja di wilayah kantor) adalah 7 orang dari 45 orang (15,6 %).

Pada penelitian ini didapatkan hubungan bermakna antara tingkat kebisingan dengan NIHL ($p = 0,024; p < 0,05$), perhitungan RP menghasilkan angka 1,649. $RP > 1$ menunjukkan bahwa pekerja yang mendapat paparan kategori bising memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang mendapatkan paparan dalam kategori kurang bising. NIHL berdampak pada hilangnya pendengaran pada bunyi-bunyi frekuensi tinggi, sehingga kemudian akan terjadi kesulitan dalam komunikasi terutama untuk kata-kata yang mengandung huruf konsonan, dimana huruf konsonan terdiri dari bunyi-bunyi dengan rentang frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan huruf hidup. Gangguan ini akan terlihat pada kondisi lingkungan yang tenang, dan baru terasa saat ada bising latar belakang (*background noise*), seperti saat berada di antara kerumunan orang yang sedang berbicara. Dan bila paparan berlanjut, kehilangan pendengaran akan semakin berat dan bersifat ireversibel, sehingga akan mengganggu kemampuan individu untuk berfungsi secara sosial dan profesional dalam pekerjaannya (Humes LE *et al.*, 2006).

Dari penelitian ini didapatkan pada petugas di wilayah apron pesawat 23 orang dengan NIHL ringan dan 4 orang dengan NIHL sedang dan 7 orang petugas kantor *airport service* dengan NIHL ringan. Hal ini sesuai dengan kepustakaan yang menyebutkan bahwa paparan bising saja tidak menyebabkan

peningkatan ambang pendengaran lebih dari 75 dB pada frekuensi tinggi dan 40 dB pada frekuensi rendah (dobie, 2006).

Pada penelitian ini didapatkan dari 75 petugas yang bekerja di wilayah apron pesawat yang bising terdapat 62 orang laki-laki (82,7 %) dan 13 orang perempuan (17,3 %), sebanyak 27 Orang petugas di wilayah ini yang mengalami NIHL semuanya adalah laki-laki. Sebanyak 45 petugas yang bekerja di wilayah kantor *airport service* yang tidak bising terdiri atas 22 orang laki-laki (48,9 %) dan 23 orang perempuan (51,1 %). Sebanyak 5 orang petugas yang mengalami NIHL di wilayah ini adalah laki-laki. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa petugas laki-laki lebih banyak dibandingkan petugas perempuan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Daniel (2007) menyebutkan bahwa selain usia dan faktor genetik, jenis kelamin juga berhubungan dengan gangguan pendengaran. Penelitian National Health and Nutrition mendapatkan kecenderungan laki-laki lebih sering menunjukkan gejala kehilangan pendengaran lebih dini dibandingkan perempuan, kemungkinan karena laki-laki lebih banyak melakukan aktifitas dengan tingkat kebisingan yang cukup tinggi.

Pada penelitian ini didapatkan prevalensi kejadian NIHL pada petugas yang bekerja di wilayah apron pesawat sebagian besar berumur 30-39 tahun baik pada kelompok yang mengalami NIHL (48,1 %), yang tidak mengalami NIHL (60,4 %), Petugas yang bekerja di wilayah kantor *airport service* yang tidak mengalami NIHL (50,0 %) berumur 30-39 tahun dan yang mengalami NIHL sebagian besar berumur 40-49 tahun (42,9 %). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut kategori umur tersebut secara statistik berdasarkan analisis multivariat dinyatakan signifikan ($p = 0,847$; $p > 0,05$). Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 1,078 ($RP > 1$) disimpulkan bahwa kategori umur didapatkan hasil tidak signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petugas bandara pada penelitian ini lebih banyak pada usia 30-39 tahun dibandingkan usia diatas > 40 tahun dimana pada usia tersebut merupakan usia produktif untuk bekerja.

Penelitian lain menyatakan prevalensi NIHL 4 kali lebih besar pada pekerja berusia > 40 tahun, dibandingkan dengan pekerja yang berusia lebih muda. Hal ini konsisten dengan penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa

mereka yang berusia lebih tua lebih rentan terhadap kebisingan (Nasir HM dan KG Rampal, 2012).

Penelitian lain terhadap pekerja diskotik menyebutkan bahwa usia pekerja masih relatif muda dan lama paparan dari bising relatif singkat dan sesuai dengan pendapat Robert A yang menyatakan bahwa banyak data yang menunjukkan masyarakat industri kelompok usia muda lebih sedikit menderita NIHL dibandingkan usia tua. Hal tersebut dapat dijelaskan oleh 3 faktor; presbicusis (penurunan ambang pendengaran karena usia), Norsoacusic (penurunan ambang pendengaran karena penyakit), dan sociaocusic (penurunan ambang pendengaran karena paparan bising dalam kehidupan sehari-hari) (Adnan, 2016).

Gangguan pendengaran terkait usia dapat terjadi karena berkurangnya sel rambut koklea yang bersifat progresif, dimana hal tersebut diperkirakan mulai terjadi pada usia 40 tahun. Kemudian juga Schuknecht mengestimasi bahwa sebanyak 2100 neuron koklear hilang setiap dekadenya, dan bila kehilangan neuron ini telah mencapai $> 50\%$ populasi neuron, maka akan mulai terjadi gangguan pendengaran (Roland PS dan Ravi NS, 2006).

Pada penelitian ini didapatkan prevalensi kejadian NIHL pada pekerja dengan masa kerja 5 tahun ke atas (74,1 %) lebih besar dibandingkan pada pekerja dengan masa kerja kurang dari 5 tahun (25,9 %) pada petugas wilayah apron pesawat sedangkan prevalensi kejadian NIHL pada masa kerja 5 tahun keatas (71,4 %) lebih besar dibandingkan pada pekerja dengan masa kurang dari 5 tahun (28,6 %) pada petugas wilayah kantor. Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut kategori masa kerja tersebut secara statistik berdasarkan analisis multivariat dinyatakan signifikan ($p < 0,001$; $p < 0,05$). Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 1,814 ($RP > 1$) maka para pekerja dengan masa kerja 5 tahun memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja dengan masa kerja < 5 tahun. Pada penelitian epidemiologi di dapatkan insidensi 5 tahun kejadian penurunan pendengaran adalah 21 %. Sementara dalam sebuah studi yang dilakukan pada para pekerja industri, membuktikan bahwa paparan terhadap bising dengan intensitas 85 dB selama lebih dari 5 tahun,

berhubungan dengan terjadinya penurunan pendengaran sebesar 28,3 dB pada frekuensi 4 kHz (Chang TY *et al.*, 2011).

Paparan bising jangka panjang akan menjadi berbahaya sebagai akibat dari akumulasi efek kebisingan pada koklea seiring berjalannya waktu paparan. Paparan terhadap kebisingan dalam jangka panjang akan menyebabkan pergeseran nilai ambang pendengaran yang bersifat sementara (TTS) dan kemudian pada akhirnya akan bersifat permanen (PTS), jika paparan bising terus berlanjut (Nasir HM dan KG Rampal, 2012).

Masa kerja dalam penelitian ini dikategorikan menjadi dua yaitu lebih dari 5 tahun dan kurang dari sama dengan 5 tahun. Pengkategorian ini diambil dari hasil beberapa penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Indra (2015) dalam studinya terhadap pekerja Bandara Adi Sucipto Yogyakarta yaitu, pekerja dengan masa kerja > 5 tahun dan menderita tuli ringan sebanyak 53,7%, sedangkan dengan masa kerja 1-5 tahun dan menderita tuli ringan sebanyak 12,2 %. Pada penelitian terhadap petugas bandara di Malaysia, Nasir dan Rampal (2011) menemukan bahwa durasi terpapar bising lebih dari 5 tahun dan menderita NIHL sebanyak 54,1 % sedangkan yang terpapar bising kurang dari sama dengan 5 tahun sebanyak 23,4 %.

Penelitian serupa menyebutkan bahwa pergeseran nilai ambang pendengaran akan meningkat dengan bertambahnya tahun paparan, dimana peningkatan ini berjalan dengan cepat dalam kurun waktu 10-15 tahun paparan pada frekuensi 4 kHz dan dalam kurun 10-20 tahun pada frekuensi 2 kHz dan kemudian menurun dengan semakin menurunnya ambang pendengaran (Humes LE *et al.*, 2006).

Pada penelitian ini didapatkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada pekerja yang selalu memakai APT (16,4 %) lebih kecil dibandingkan dengan pekerja yang tidak selalu memakai APT (40,7 %). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut kategori pemakaian APT tersebut secara statistik berdasarkan analisis multivariat dinyatakan signifikan ($p = 0,004$; $p < 0,05$). Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 0,206 ($RP < 1$) disimpulkan bahwa para pekerja yang selalu memakai APT memiliki kemungkinan lebih rendah mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang tidak selalu memakai APT.

Karena tingkat kebisingan yang lebih tinggi pada wilayah apron pesawat para pekerja sebagian menggunakan APT jenis *earmuff* sementara para pekerja pada wilayah kantor *airport service* lebih sering menggunakan APT jenis ear plug.

Ear plug dapat meredam kebisingan hingga 45 dB di berbagai frekuensi, biasanya digunakan untuk proteksi sampai dengan 100 dB. APT ini sangat efektif bila digunakan bersamaan dengan helmet. Helmet dapat meredam kebisingan hingga 40-50 dB. Ear muff digunakan menutupi kedua telinga, dapat meredam kebisingan hingga 41 dB di berbagai frekuensi dan dapat untuk proteksi dari kebisingan hingga 110 dB (Brookshouser PE *et al.*, 2011).

Helmet dikatakan merupakan APT terbaik untuk meredam kebisingan, karena helmet menutupi kepala secara penuh, sehingga mengurangi transmisi konduksi tulang. Namun dalam penggunaannya secara bersamaan dengan ear plug seringkali menimbulkan ketidaknyamanan, karena intensitas suara menjadi kecil, sehingga pemakai harus lebih berkonsentrasi dalam mendengarkan suara yang di dengarnya (Paakkonen R dan K. lehtomaki, 2005).

Alat pelindung telinga tidak bisa memberikan perlindungan yang efektif kecuali bila dipakai secara konsisten (Rosen EJ *et al.*, 2001). Ketepatan pemasangan *ear plug* perlu diperhatikan untuk menghindari risiko terjadinya NIHL. Dalam sebuah penelitian dikatakan bahwa pelatihan pemasangan *ear plug* akan meningkatkan kemampuan *ear plug* dalam meredam suara sebesar 10 dB (Paakkonen R dan K Lehtomaki, 2005).

Pada penelitian ini didapatkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada pekerja yang merokok (32,4 %) lebih besar dibandingkan pada pekerja yang tidak merokok (26,5 %). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL dengan kebiasaan merokok secara statistik dengan analisis multivariat dinyatakan tidak signifikan ($p = 0,620$; $p > 0,05$).

Hubungan antara kebiasaan merokok dengan penurunan pendengaran telah diteliti dalam beberapa studi, dimana didapatkan bahwa merokok merupakan faktor risiko untuk terjadinya NIHL pada pekerja yang terpajan bising. Banyak penelitian membuktikan bahwa kebiasaan merokok menyebabkan kelainan pada pembuluh darah dan merupakan salah satu faktor

risiko pada penyakit jantung koroner, penyakit ginjal, penyakit pembuluh darah perifer dan otak (Novo S , 2002). Pada penelitian ini di mungkinkan karena banyak faktor lain yang berpengaruh terhadap kejadian NIHL.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada pekerja yang pernah atau sedang menderita hipertensi (68,2 %) lebih besar dibandingkan pada pekerja yang tidak pernah atau sedang menderita hipertensi (19,4 %). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut keberadaan hipertensi secara statistik dengan analisis multivariat dinyatakan signifikan ($p < 0,013$; $p < 0,05$). Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 1,797 ($RP > 1$) maka dapat disimpulkan bahwa pekerja yang pernah atau sedang menderita hipertensi memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang tidak pernah atau tidak sedang menderita hipertensi.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan antara intensitas kebisingan dan tekanan darah. Kebisingan yang ditimbulkan adalah kebisingan yang bersifat tetap *steady noise*. Penyebab tekanan darah meningkat adalah kecepatan denyut jantung, peningkatan resistensi dari pembuluh darah dan peningkatan volume aliran darah. Hasil epidemiologis di Amerika Serikat menyebutkan bahwa ketidakstabilan emosi akibat terpapar bising akan meningkatkan stres dan memacu jantung untuk bekerja lebih keras memompa darah keseluruh tubuh. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian pada pekerja bandara Ahmad Yani Semarang dimana terdapat hubungan signifikan antara intensitas kebisingan > 85 dB mempunyai resiko mengalami tekanan darah sistolik 2,417 kali dan diastolik 2,067 dibandingkan pekerja yang terpajan kebisingan 85 dB. Stres yang berulang-ulang bisa menjadikan perubahan darah itu menetap. Kenaikan tekanan darah yang terus-menerus akan berakibat hipertensi dan penyakit jantung (Eni Hastuti, 2004).

Kebisingan yang ditimbulkan dari pesawat udara dapat menjadi stressor fisik dan psikis bagi para pekerja ataupun yang bertempat tinggal di sekitar bandara. Sinyal stres merambat melalui HPA axis. Stressor kemudian meningkatkan CRF oleh hipotalamus, sehingga memicu aktifitas HPA axis. CRF akan merangsang hipofisis anterior untuk mengeluarkan Adreno Corticotropin-Hormon (ACTH) yang akan mengaktifkan sel adrenokortikal

untuk memproduksi kortisol. Kortisol menyebabkan retensi air dan natrium yang menyebabkan peningkatan volume darah, sehingga akan meningkatkan tekanan darah (Budiman, 2004).

Pada penelitian ini didapatkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada pekerja yang pernah atau sedang menderita diabetes melitus (60,7 %) lebih besar dibandingkan pada pekerja yang tidak pernah atau sedang menderita diabetes melitus (18, 5 %). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut keberadaan penyakit diabetes melitus tersebut secara statistik dengan analisis multivariat dinyatakan tidak signifikan ($p < 0,544$; $p < 0,05$). Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 1,248 ($RP > 1$) disimpulkan bahwa pekerja yang pernah atau sedang menderita diabetes melitus bukan merupakan faktor risiko. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian lain dimana pada penelitian lainnya terhadap penderita DM Tipe 2 dengan komplikasi mikrovaskular dengan menggunakan alat ukur audiometri nada murni didapatkan hubungan yang kuat antara penurunan pendengaran dan DM Tipe 2. Setelah dikendalikan faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan penurunan pendengaran seperti usia, paparan bising, penggunaan obat ototoksik, merokok didapatkan penurunan pendengaran pada penderita DM Tipe 2 pada frekuensi sedang dan tinggi sebesar 54,1% dibanding yang tidak menderita DM 32%, dengan hasil yang bermakna ($p < 0,001$) (Bainbridge *et al.*, 2008)

Pada penelitian ini rata-rata usia pekerja adalah usia 30-40 tahun. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa semakin tinggi usia akan meningkatkan risiko terjadinya gangguan pendengaran. El-Tabal *et al.*, 2003 menunjukkan bahwa gangguan pendengaran pada diabetes melitus tipe 2 terjadi pada kelompok usia yang lebih tua, dan penelitian yang dilakukan Bener *et al.*, 2008 menunjukkan bahwa prevalensi gangguan pendengaran lebih tinggi pada orang tua berusia lebih dari 50 tahun yang menderita diabetes melitus tipe 2 dibandingkan dengan orang tua yang tidak menderita diabetes melitus tipe 2.

Keterbatasan dari penelitian ini adalah pemeriksaan darah hanya dilakukan dengan menggunakan menggunakan glucometer untuk menganalisa glukosa darah sewaktu sedangkan pemeriksaan untuk mendiagnosis diabetes

melitus didasarkan pada pemeriksaan glukosa dan atau hemoglobin terglikasi (HBA1C) (Dennedy et al., 2013).

Pada penelitian ini didapatkan bahwa prevalensi kejadian NIHL pada pekerja yang pernah atau sedang menderita hiperlipidemia (72,7 %) lebih besar dibandingkan pada pekerja yang tidak pernah atau tidak sedang menderita hiperlipidemia (18, 4 %). Perbedaan prevalensi kejadian NIHL menurut keberadaan penyakit hiperlipidemia tersebut secara statistik dengan analisis multivariat dinyatakan signifikan ($p < 0,0018$; $p < 0,05$). Berdasarkan angka RP yaitu sebesar 1,725($RP > 1$) maka disimpulkan bahwa pekerja yang pernah atau sedang menderita hiperlipidemia memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami NIHL dibandingkan pekerja yang tidak pernah atau tidak sedang menderita hiperlipidemia.

Pajanan bising yang berkelanjutan dan kronis menjadi faktor risiko dari penyakit kardiovaskular dan menyebabkan peningkatan kadar profil lipid (Sanad *et al.*, 2011).

Telinga merupakan organ yang sensitif terhadap perubahan patologi vaskuler. Diketahui pula hiperkolestrolema menyebabkan arteriosklerosis pada dinding pembuluh darah yang menyebabkan obstruksi vaskuler parsial dan hipoksia pada end-organ. Perubahan arteriosklerotik di dalam pembuluh darah menyebabkan gangguan pendengaran. Meningkatnya mikrotrombosis, viskositas darah, dan atau perubahan ukuran pembuluh darah dapat menyebabkan gangguan pendengaran (Thakur *et al.*, 2012). Paparan bising dengan waktu yang lama juga dapat menghasilkan radikal bebas seperti *superoxide dismutase* (SOD), *catalase* (CAT), dan *glutathioneperoxidase* (GSH-Px). Radikal oksigen bebas dapat merusak protein, asam nukleat, dan membran lipid dengan cara mengganggu fungsi dan integritas seluler normal.. Penelitian yang dilakukan pada pekerja yang terpapar bising di pabrik minyak goreng di dapatkan hubungan yang signifikan antara paparan bising dengan penurunan HDL, serta terdapat juga hubungan yang signifikan antara paparan bising dengan peningkatan kadar LDL (Adnan dan Yurensa, 2016).

Pada penelitian ini, dari hasil analisis multivariat didapatkan tingkat kebisingan pesawat (dengan mempertimbangkan efek dari faktor-faktor lain

seperti umur, masa kerja, pemakaian APT, merokok, hipertensi, diabetes melitus, dan hiperlipidemia) berpengaruh signifikan terhadap kejadian NIHL. Nilai RP sebesar 1,649 ($RP > 1$) menunjukkan bahwa tingkat kebisingan yang lebih tinggi meningkatkan kemungkinan kejadian NIHL pada petugas bandara. Petugas yang mendapat paparan bising (100 dB ke atas) memiliki kemungkinan mengalami NIHL 1,649 kali lebih besar dibandingkan petugas yang mendapatkan paparan kurang bising (di bawah 85 dB).

B. KETERBATASAN PENELITIAN

Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya, peneliti mengemukakan keterbatasan yang di hadapi dalam melaksanakan penelitian ini. Pertama, pemeriksaan audiometri tidak dapat dilakukan di tempat ideal. Kekurangan ini memberikan potensi kesalahan dalam mendiagnosi NIHL. Kedua, beberapa variabel seperti umur, masa kerja, pemakaian APT dan merokok diperoleh dari pengisian kuesioner oleh responden. Hal ini memunculkan adanya faktor subyektifitas (kejujuran) hasil observasi variabel-variabel tersebut. Ketiga, Faktor resiko seperti diabetes mellitus hanya dapat diperiksa dengan pemeriksaan gula darah sewaktu karena keterbatasan dana sehingga dapat menjadi pertimbangan untuk penelitian selanjutnya dengan melakukan pemeriksaan HBA1C darah.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan pada para petugas apron pesawat dan kantor *airport service* bandara Adi Soemarmo Boyolali dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat hubungan antara tingkat kebisingan dengan gangguan pendengaran akibat bising. Tingkat kebisingan pada wilayah bising (apron pesawat) memiliki risiko para petugas untuk mengalami gangguan pendengaran akibat bising (NIHL) 1,649 kali lebih besar setelah mengontrol pengaruh faktor perancu umur, masa kerja, pemakaian APT, merokok, hipertensi, diabetes melitus dan hiperlipidemia.

B. Saran

1. Bagi pihak bandara

Pihak manajemen hendaknya memberlakukan peraturan yang ketat terutama dalam pemakaian alat pelindung telinga (APT) secara disiplin bagi para petugas bandara, melakukan pemeriksaan audiometrik secara berkala setiap 6 bulan – 1 tahun, tergantung paparan bising, untuk evaluasi program konversi pendengaran dan deteksi sedini mungkin gangguan pendengaran akibat bising (NIHL), melakukan pengendalian terhadap kebisingan baik secara teknis maupun secara administratif.

2. Bagi Para Petugas

Petugas bandara disarankan untuk selalu memakai APT saat bekerja. Disarankan untuk menghindari kebiasaan merokok serta menjaga pola hidup sehat agar terhindar dari terkena penyakit sistemik seperti hipertensi, diabetes melitus dan hiperlipidemia dengan mengonsumsi makanan dan minuman yang sehat dan berolah raga secara teratur.

3. Untuk Penelitian selanjutnya

Di masa mendatang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperbaiki kekurangan-kekurangan yang ada misal dengan jumlah sampel yang lebih besar serta memberikan edukasi, motivasi, dan konseling kepada para petugas bandara.

Program edukasi dan motivasi menekankan bahwa program konservasi pendengaran sangat bermanfaat untuk melindungi pendengaran para petugas bandara dan mendeteksi perubahan ambang pendengaran akibat paparan bising.

Tujuan edukasi adalah untuk menekankan keuntungan petugas bandara jika memelihara pendengaran dan kualitas hidupnya. Lebih lanjut penyuluhan tentang hasil audiogramnya, sehingga petugas bandara termotivasi untuk berpartisipasi melindungi pendengarannya sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- ACOEM Noise and Hearing Conservation Commite. 2003. ACOEM evidence-based statement : Noise-induced hearing loss. J. occup Med; 45:579-81.
- Adnan A, Yurendra R. 2016. *Hubungan paparan bising dan profil lipid dengan gangguan pendengaran pada pekerja pabrik minyak goreng*. ORLI.46 (1).
- Agarwal S, *et al* (2013). Effects of Hypertension on Hearing. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 65(suppl 3): S614-618. Epub 17/02/2013
- Alberti PW (2006) Occupational Hearing Loss. Dalam Snow JB. Bellenger'S of otorhinolaryngology Head and Neck Surgery Sixteenth Edition. London :BCDeckerpp: 110-120
- Alvarenga KDF, Duarte JL, Silva DPCD, Agostinhopesse RS, Negrato CA& Costa OA2005.Cognitive P300 potential in subjects with diabetes mellitus. *Rew Bras otorhinolaringol*,71, 202-207.
- Austin DF, Martin DK, Griest S, McMillan GP, McDermott D, Faustin S. 2009. *Diabetes Related changes in hearing : The Laryngoscope* 119, 1788-96.
- Babba J. 2007. Hubungan Intensitas Kebisingan di Tempat kerja dengan Peningkatan Tekanan Darah. Tesis. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Bachor E, Selig YK, Jahnkke K, Rettinger G &Kaemody 2001.Vascular Variations of inner ear. *Acta otolaryngol*,121,35-41.
- Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2016). Statistik Transportasi Udara di Bandara
- Bainbrige KE, Hoffman HJ, Cowie CC. 2009. *Diabetes and Hearing in the United Stases: Audiometric Evidence from the national Health and Nutrition Examination of Diabetes? Diabetes Voice*, vol 54.
- Baneshi R, Pourakbari R, Abshahi M. 2012. *Investigation of the impact of noise exposure on blood pressure in remanufacturing workers*. ARYA atherosclerosis Journal.;8 (special Issue in National Hypertension Treatment. S137-S141.
- Bashiruddin J, Alviandi W. 2009. Audiometry Course and Workshop III, Lectures, Hands-On. Sub Departemen Neurologi. Departemen THT FKUI/RS Dr. Cipto Mangunkusuma. Jakarta.

- Bohne, BA, Harding GW, Lee SC. 2007. Death Pathways in Noise-Damaged Outer Hair Cells. *Hearing Research*, 223, 61-70.
- Boies, LR, Adams GL, Higler PA. 2016. Buku Ajar Penyakit THT (BOIES *Fundamentals of Otolaryngology*) Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC:27-38.
- Brookhouser PE, Worthington DW, Kelly WJ. Noise-induced hearing loss. Diakses pada 21 Juni 2011.
- Buchari. 2007. Kebisingan Industri dan Hearing Convartion Program, repository USU.
- Budiman W. 2004. Modulasi Respon Imun Mencit Balb/C yang stress akibat stressor suara(skripsi). Surabaya: Universitas Airlangga.
- Chang N, *et al* (2007). Hyperlipidemia in noise-induced hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 137: 603-606.
- Chang SJ, Chang CK (2007). *Prevalence Risk factors of noise-induced hearing loss among liquefied petroleum gas (LPG) cylinder infusion workers in Taiwan. Industrial Health*, 47(96): 603-610.
- Chartrand MS. 2003. *Diabetes Mellitus and Hearing*. Audiology online:www.digicare.org
- Criteria for A Recommended Standard. 1998. *Occupational Noise Exposure*. US Departement of Health and Human Services : Cincinnati Ohio.
- Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI. 1999. *Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI Nomor: Kep-51/Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja*. Jakarta.
- Diniz TH, Guida HL (2009). Hearing loss in patients with diabetes mellitus. *Braz J Otolaryngol*, 75(4): 573-8.
- Dobie, RA, Rabinowitz PM. 2006. *Change in Audiometric Configuration Helps to Determine whether a Standard Threshold Shift is Work- related. Spectrum* 19(Supp 1);17
- Djokomoeljanto R. 2007, “ Neuropati Diabetik: Naskah Lengkap Diabetes Melitus Ditinjau dari berbagai Aspek Penyakit Dalam”. Dalam rangka purna tugas Prof.DR.dr.RJ.Djokompeljanto. Semarang: Penerbit Universitas Diponegoro, h 1-14.

- Doosti A, Lotfi Y, Bakhshi E (2015). Effects of hyperlipidemia on noise induced hearing loss (NIHL). *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 68(2): 211-3. Epub 05/05/2015.
- Fristina S.T, Mapes F, Kim SH, Fristina R, Fristina RD. 2006. *Characterization of hearing loss in aged type II diabetic: Hear Res.*2011 (1-2): 103-13.
- Fukushima H, Cureologlu S, Schaharen PA, Paparella MM, Harada T & Oktay MF (2006). Effects of type 2 diabetes mellitus on cochlear structure in humans. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 132,934-938.
- Gallan, A, Garcia-Bermejo L, Troyano A, Vilaba NE, Fernandez C, de Blas E. 2001. The role of Intracellular Oxidation in Death Induction (apoptosis and necrosis) in Human Promonocytic Cells Treated with Stress Inducers (Cadmium, heat, X-rays). *European Journal of Cell Biology*, 80, 321-20.
- Heggins II, J. The Effects of Industrial Noise on hearing. Diakses pada tanggal 21 Juni 2011.
- Hirose K. 2008. *Hearing Loss and Diabetes: you might Collage of Physician*.
- Hu et al., Delayed Mitochondrial Dysfunction in Apoptotic Hair Cells in Chinchilla Cochlea Following Exposure to Impulse Noise. *Apoptosis*, 12-102536.
- Humeda S H and Amal S (2008). Noise-Induced Hearing Loss among Khartoum Airport Employee. *Sudan Journal of Medical Sciences*, 3(3):196-199
- Humes, LE, Lois MJ, Jane SD. 2006. Noise and military Service: implications for Hearing Loss and Tinnitus. Washington DC: The National Academic Press.
- Jing Lu et al., (2015). Prevalence of Hypertension and noise-induced hearing loss in Chinese coal miners.
- Kalantary et al. 2015. *The Effects of occupational noise on blood pressure and heart rate of workers in an automotive parts industry*. *ARYA Atherosclerosis* 2015; 11(4): 215-9.
- Kamogashira T, Fujimoto C, Yamasoba T (2015). Reactive oxygen species, apoptosis, and mitochondrial dysfunction in hearing loss. *BioMed Research International*, 2015: 1-7.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja. (1999). Nomor: KEP-51/MEN/1999. Tentang Nilai Ambang Batas faktor Fisika di tempat Kerja. <http://pusatk3.com/kepmenaker-no-kep-51men1999-2/>. Diakses pada 18 Maret 2017.

- Mansyur, M. 2005. Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan. Job Training Petugas Pengawas Kebisingan. Yogyakarta.
- Manoppo FN, Supit W, Danes VR (2014). Hubungan antara Kebisingan dan Fungsi Pendengaran pada Petugas PT. Garuda Angkasa di Bandara Udara Sam Ratulangi Manado. *Jurnal e- biomedik*, 2(1):3148.
- Maia CAS, Alberto C. 2005. *Diabetes Mellitus as Etiological Factor of Hearing Loss*: *Rev Bras Otorrinology* 208-14.
- Melnick, W. 1994. *Industrial hearing Conservation*. Dalam : Kats J, ED. *Handbook of clinical audiology*. 4th ed. Baltimore : Williams & Wilkins: 534-51.
- Metidieri MM, *et al* (2013). Noise-induced hearing loss (NIHL): literature review with a focus on occupational medicine. *Int Arch Otorhinolaryngol*, 17(2): 208-212.
- Mils, Adkins WY. 2006. *Anatomy and Physiology of Hearing*. In: Bailey Byron J, Head & Neck Surgery-Otolaryngology. Fourth edition, volume one. Philadelphia: Lippincott William-Wilkins: 1441-61.
- National Safety Council. 2010. *Noise Congrol: A guide for Employees dan Employers*. Chicago.
- Nasir HM, Rampal KG (2012) Hearing Loss and Contributing Factors Among Airport Workers in Malaysia. *Med J Malaysia*, 67(1):81-86.
- Nasri, Syahrul M. 1997. *Prinsip dan metode Riset Epidemiologi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Nepal MK, Rayamajhi P, Thapa N, Bhattarai H, Shrivastav RP. 2007. *Association of systemic diseases with sudden sensori neural hearing loss*. *Journal of Institute of medicine*, p 25-28.
- Nita M, Grzybowski A (2016). The role of the reactive oxygen species and oxidative stress in the pathomechanism of the age-related ocular diseases and other pathologies of the anterior and posterior eye segments in adults. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016: 1-23.
- Panchu P. 2008. *Auditory acuity in type 2 Diabetes mellitus*. *Int. J DiabDev Ctries*: 28.114-20.
- Rabinowitz, PM. Noised induced Hearing Loss. Diakses pada tanggal 21 Juni 2011.

- Richard L, Daniel JM. 2004. The Impact of A-weighting Sound Pressure Level Measurement during the elevation of Noise Exposure. Noise-Con. Baltimore. Maryland.
- Roestan AW.2008. Program Konversi Pendengaran di Tempat Kerja, dalam Majalah Cermin Dunia Kedokteran. No 144. Yogyakarta: 29-34.
- Roughton JE, Mercurio JJ.2012. *Developing and effective Safety Culture: A Leadership Approach*. Butterworth-Heinemann, USA.
- Sakura H, Suzuki T,Yasuda H, itu T. 2007. *Type 2 diabetes and hearing loss in personnel of the selft –Defense Forces* : Elsevier. 229-34.
- Salvinelli F, dkk. 2004. *Hearing Threshold in patients with Diabetes*. The Internet Journal of Otorhinolaryngology, 3.
- Sanad SM, Asala AK, Soliman NA, Balata RA. Assesment of some Cardiovascular and biochemical parameters induced in rats by chronic noise stress. Life Sience Journal. 2011;8(4):1120-41.
- Smith, Michael JT. 2004. Medical Aero Institutue. Diakses pada tanggal 7 September 2011.
- Soetirto, I, Bashiruddin J. 2007.*Gangguan Pendengaran Akibat Bising*. Disampaikan pada Simposium Penyakit THT Akibat Hubungan Kerja & Cacat Akibat Kecelakaan Kerja, Jakarta.
- Stanfield SA, Matheson MP, 2003. *Noise Pollution: non- auditory effect on health*.68:243-57.
- Tambunan, STB. 2005. *Kebisingan ditempat kerja(occupational Noise)*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Thakur JS, Mohindroo NK, Vasanthalakshmi MS, Kashyap N, Azad RK, Sharma DR. (2012). Auditory brainstem evoked responses in Hyperlipidemia: effect of various lipid Fractions on auditory function. The Journal of laryngology & otology.126:249-56.
- Wakatsuki, *et al* (2016). Oxidative stress-dependent phosphorylation activates ZNRF1 to induce neuronal/axonal degeneration. *J Cell Biol*, 211(4): 881-96..
- Wright, A. 2006 *Anatomy and ultrastructure of the Human Ear*. Dalam : Gleeson M, Ed. Scott Brown's Basic sciences. 6 th Ed. Great Britain : Butterworth-Heinemann: 1/1/28-49.

Xipeng L, *et al* (2013). Effects of diabetes on hearing and cochlear structures. *Journal of Otolaryngology*, 8(2): 82-7.

Yamasitha. 2008. Analysis of XPS spectra of Fe^{2+} and Fe^{3+} ions in oxide materials. volume 254.

Yan Wong AC, Froud KE, Hsieh YS (2013). Noise-induced hearing loss in the 21st century: a research and translational update. *World J Otorhinolaryngol*, 3(3): 58-70.

Lampiran 1

11/30/2017

Form A2



HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
Dr. Moewardi General Hospital
RSUD Dr. Moewardi

School of Medicine Sebelas Maret University
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret



ETHICAL CLEARANCE
KELAIKAN ETIK

Nomor : 1.092 / XI / HREC /2017

The Health Research Ethics Committee Dr. Moewardi General Hospital / School of Medicine Sebelas
Komisi Etik Penelitian Kesehatan RSUD Dr. Moewardi / Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret

Maret University Of Surakarta, after reviewing the proposal design, herewith to certify
Surakarta, setelah menilai rancangan penelitian yang diusulkan, dengan ini menyatakan

That the research proposal with topic :
Bahwa usulan penelitian dengan judul

**Hubungan Antara Tingkat Kebisingan Dengan Gangguan Pendengaran Akibat Bising Pada Petugas
Bandara Adi Soemarmo**

Principal investigator : dr. Doharni damayanti Siregar
Peneliti Utama : S921302001

Location of research : Bandara Adi Soemarmo
Lokasi Tempat Penelitian


Is ethically approved
Dinyatakan layak etik

Issued on : 30 Nov 2017

Chairman
Ketua

[Signature]

Dr. Hari Widioso, dr. Sp.F.M.M.
NIP. 19621022 199503 1 001



Lampiran 2



No : 15533 /PPDS I.K THT-KL/ XI /2017 Surakarta, 24 November 2017
Lamp : -
Hal : Permohonan ijin penelitian

Kepada Yth :
Kepala PT . Angkasa Pura I
di Boyolali

Dengan hormat,

Sehubungan dengan adanya kegiatan Program Pendidikan Dokter Spesialis (PPDS) Ilmu Kesehatan THT-KL, maka dengan ini kami mengajukan permohonan izin penelitian di PT. Angkasa Pura I, yang akan dipergunakan sebagai bahan penyusunan tesis oleh :

Nama : dr. Doharni Damayanti Siregar
NIM. : S921302001
Judul tesis : Hubungan Antara Tingkat Kebisingan Dengan Gangguan Pendengaran Akibat Bising Pada Petugas Bandara Adi Soemarmo

Demikian surat ini kami buat, atas perhatian dan terkabulnya permohonan ini kami ucapkan banyak terima kasih.

Mengetahui,
Kepala KSM / Bagian IK THT-KL
RSUD Dr. Moewardi / FK UNS Surakarta

Dr.dr. Made Setiamika, Sp.T.H.T.K.L(K)FICS
NIP 19550727 198312 1 002



Hadi Sudrajat, dr. Sp.T.H.T.K.L(K),MSi.Med
NIP/19660422 200012 1 001



PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
BAGIAN ILMU KESEHATAN THT-KL
FAKULTAS KEDOKTERAN UNS

Sekretariat : SMF/Bag. Ilmu Kesehatan THT-KL RSUD Dr. Moewardi Surakarta
Jl. Kol. Sutarto 132 Surakarta Telp. (0271) 664569, (0271) 634634 ex.116 Fax. (0271) 664570



No : 15532 /PPDS LK THT-KL/ XI /2017 Surakarta, 24 November 2017
Lamp : -
Hal : Permohonan ijin penelitian

Kepada Yth :

Kepala PT . Gapura Angkasa Airport Service
di Boyolali

Dengan hormat,

Sehubungan dengan adanya kegiatan Program Pendidikan Dokter Spesialis (PPDS) Ilmu Kesehatan THT-KL, maka dengan ini kami mengajukan permohonan izin penelitian di PT. Gapura Angkasa Airport Service yang akan dipergunakan sebagai bahan penyusunan tesis oleh :

Nama : dr. Doharni Damayanti Siregar
NIM. : S921302001
Judul tesis : Hubungan Antara Tingkat Kebisingan Dengan Gangguan
Pendengaran Akibat Bising Pada Petugas Bandara Adi Soemarmo

Demikian surat ini kami buat, atas perhatian dan terkabulnya permohonan ini kami ucapkan banyak terima kasih.

Mengetahui,

Kepala KSM / Bagian IK THT-KL
RSUD Dr. Moewardi / FK UNS Surakarta

Dr.dr. Made Setiamika, Sp.T.H.T.K.L(K) FICS
NIP 19550727 198312 1 002



Hadi Sudrajat, dr. Sp.T.H.T.K.L(K), MSi.Med
NIP. 19660422 200012 1 001



PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
BAGIAN ILMU KESEHATAN THT-KL
FAKULTAS KEDOKTERAN UNS

Sekretariat : SMF/Bag. Ilmu Kesehatan THT-KL RSUD Dr. Moewardi Surakarta
Jl. Kol. Sutarto 132 Surakarta Telp. (0271) 664566, (0271) 634534 ex.116 Fax.(0271) 664570



No : 15531 /PPDS LK THT-KL/ XI /2017

Surakarta, 24 November 2017

Lamp : -

Hal : Permohonan ijin penelitian

Kepada Yth :

Kepala PT . Cakrawala Airport Service
di Boyolali

Dengan hormat,

Schubungan dengan adanya kegiatan Program Pendidikan Dokter Spesialis (PPDS) Ilmu Kesehatan THT-KL, maka dengan ini kami mengajukan permohonan izin penelitian di PT. Cakrawala Airport Service yang akan dipergunakan sebagai bahan penyusunan tesis oleh :

Nama : dr. Doharni Damayanti Siregar

NIM. : S921302001

Judul tesis : Hubungan Antara Tingkat Kebisingan Dengan Gangguan
Pendengaran Akibat Bising Pada Petugas Bandara Adi Soemarmo

Demikian surat ini kami buat, atas perhatian dan terkabulnya permohonan ini kami ucapkan banyak terima kasih.

Mengetahui,


Kepala KSM / Bagian IK THT-KL
RSUD Dr. Moewardi / FK UNS Surakarta

Dr.dr. Made Setiamika, Sp.T.H.T.K.L(K)FICS
NIP. 19550727 198312 1 002



Hadi Sudrajat, dr. Sp.T.H.T.K.L(K), MSl.Med
NIP. 19660422 200012 1 001

LEMBAR DISPOSISI

Airport Rescue, Fire Fighting & Airport Security Section 

KEPADA YTH:

RESCUE, FIRE FIGHTING

- ☐ TEAM LEADER
- ☐ PERFORMANCE
- ☐ MAINTENANCE
- ☐ STAFF

☒ AVIATION SECURITY

- ☒ TEAM LEADER OPERASIONAL
- ☐ PERFORMANCE
- ☐ INVESTIGATION
- ☐ STAFF

DISPOSISI :

- | | |
|--|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Udk | <input type="checkbox"/> Saran |
| <input type="checkbox"/> Ump | <input type="checkbox"/> Ajukan |
| <input type="checkbox"/> Proses | <input type="checkbox"/> Copy |
| <input checked="" type="checkbox"/> Selesaikan | <input type="checkbox"/> Edarkan |
| <input type="checkbox"/> Evaluasi | <input type="checkbox"/> File |
| <input type="checkbox"/> Tanggapan | <input type="checkbox"/> Konsep |

* Tolong & bantu untuk peninjauan pjs. 6-7/12/17
* Berikan sign ARM.

Surakarta, 6 - 12 - 2017

Airport Rescue, Fire Fighting & Airport Security Section Head


TAMSUL SADIKN

Lampiran 3

INFORMED CONSENT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :

Umur :

Jenis Kelamin :

Alamat :

Pekerjaan :


Secara sukarela BERSEDIA menjadi responden dalam penelitian yang berjudul “Hubungan Antara Tingkat Kebisingan Dengan Gangguan Pendengaran Akibat Bising Pada Petugas Bandara Adi Soemarmo” oleh mahasiswa atas nama Doharni Damayanti Siregar dan mengizinkan mahasiswa yang bersangkutan mengolah data yang diperoleh.

Surakarta, _____ 2017

Yang menyetujui,

(_____)

LEMBAR DISPOSISI

Airport Rescue, Fire Fighting & Airport Security Section 

KEPADA YTH:

RESCUE, FIRE FIGHTING

- ☐ TEAM LEADER
- ☐ PERFORMANCE
- ☐ MAINTENANCE
- ☐ STAFF

☒ AVIATION SECURITY

- ☒ TEAM LEADER OPERASIONAL
- ☐ PERFORMANCE
- ☐ INVESTIGATION
- ☐ STAFF

DISPOSISI :

- | | |
|--|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Udk | <input type="checkbox"/> Saran |
| <input type="checkbox"/> Ump | <input type="checkbox"/> Ajukan |
| <input type="checkbox"/> Proses | <input type="checkbox"/> Copy |
| <input checked="" type="checkbox"/> Selesaikan | <input type="checkbox"/> Edarkan |
| <input type="checkbox"/> Evaluasi | <input type="checkbox"/> File |
| <input type="checkbox"/> Tanggapan | <input type="checkbox"/> Konsep |

* Tolong & bantu untuk peninjauan pjs. 6-7/12
* Berisat dgn KRM.

Surakarta, 6 - 12 - 2017

Airport Rescue, Fire Fighting & Airport Security Section Head


TAMSUL SADIKN

Dokter Pengirim : Ani Damayanti, DR
 Perujuk :
 No. Lab :
 Nama :
 JK / Umur : Perempuan / 46 Thn 3 Bn 22 Hari
 Alamat : SANGGOLAH RT000/000
 Tgl Periksa : 02/12/2017 06:52

LABORAT

Unit Pemeriksaan	Hasil	Nilai Rujukan	Satuan	Metode Periksa
KIMIA KLINIK				
Kolesterol Total	290	Risiko rendah : < 200 Risiko sedang : 200 - 239 Risiko tinggi : ≥ 240	mg/dL	Enzimatik
HDL-Kolesterol	79	Rendah : < 50 Normal : 50 - 59 Tinggi : ≥ 60	mg/dL	Enzimatik
LDL-Kolesterol	195	Optimal : < 100 Mendekati optimal : 100 - 129 Sangat tinggi : 130 - 159 Tinggi : 160 - 189 Sangat tinggi : ≥ 190	mg/dL	Enzimatik
Trigliserid	232	Normal : < 150 Sangat tinggi : 150 - 199 Tinggi : 200 - 499 Sangat tinggi : ≥ 500	mg/dL	Enzimatik
Rasio Kolesterol / HDL Kolest.	6.6	Risiko Rendah : < 5 Risiko Sedang : 5 - 6 Risiko Tinggi : > 6		Kalkulasi
Glukosa Sewaktu	256	<140	mg/dL	Hexokinase

Catatan / Remark :

Rekomendasi :

Dianalisa Oleh

 Solo, 10 Desember 2017
 Penanggung Jawab



 CITO LABORATORIUM KLINIK

Lampiran 5

ISO 9001 : 2015 CERTIFIED

Hearing Evaluation Report

Client Name: Mahmudi, Mahmudi
 Client #: 0000953
 Birthdate: _____
 Date of Evaluation: 13/11/2017

CITO
LABORATORIUM KLINIK

Frequency in Hertz (Hz)

Hearing Level in Decibels (dB)

Legend	
R	L
AC Unmasked	○
AC Masked	△
IC Unmasked	< >
IC Masked	[]
MCL	M
UCL	U
SF Unmasked	S
SF-A Aided	A

Pure Tone Average (PTA)

R	L
27	27

Pure Tone Notes

MakeModel: _____

Calibration Date: _____

Test Method: _____

Test Reliability: _____

Comments: _____

User Defined 1: _____

User Defined 2: _____

Speech Audiometry

	SRT	Mask	ML	UCL
R				
L				
Binaural				
SF				
SF-A				
SF-A2				

Discrimination Loss

	% Stimulus	Mask	% Stimulus	Noise
R				
L				
Binaural				
SF				
SF-A				
SF-A2				

Acoustic Reflex

Stimulus	250	500	1000	2000	4000	6000	BBN	LRN	HRN
Isilateral									
R									
Decay									
L									
Decay									
Contralateral									
R									
Decay									
L									
Decay									

Speech Notes

MakeModel: _____

Calibration Date: _____

Test Reliability: _____

Comments: _____

User Defined 1: _____

User Defined 2: _____

Impedance Notes

MakeModel: _____

Calibration Date: _____

Comments: _____

User Defined 1: _____

User Defined 2: _____

Report Comments

BASIL TES AUDIOMETRI TELINGA KANAN TERDETEKSI GANGGUAN PENDENGARAN BINGKAS PADA - 37 dB

TELINGA KIRI TERDETEKSI GANGGUAN PENDENGARAN BINGKAS PADA - 27 dB

Signature: _____

Date: _____

Lampiran 6

Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan

No	Wilayah Apron Pesawat				Wilayah Kantor Airport Service			
	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
1	109 dB	112 dB	108 dB	106 dB	79 dB	84 dB	86 dB	82 dB
2	109 dB	112 dB	109 dB	106 dB	80 dB	84 dB	86 dB	82 dB
3	108 dB	110 dB	109 dB	106 dB	80 dB	84 dB	85 dB	82 dB
4	108 dB	110 dB	109 dB	106 dB	80 dB	84 dB	85 dB	81 dB
5	108 dB	110 dB	112 dB	103 dB	82 dB	84 dB	85 dB	81 dB
6	109 dB	110 dB	114 dB	102 dB	81 dB	86 dB	83 dB	80 dB
7	110 dB	108 dB	113 dB	105 dB	81 dB	85 dB	83 dB	79 dB
8	105 dB	108 dB	113 dB	105 dB	81 dB	86 dB	81 dB	79 dB
9	102 dB	107 dB	113 dB	105 dB	82 dB	85 dB	81 dB	79 dB
10	107 dB	110 dB	115 dB	108 dB	83 dB	86 dB	81 dB	81 dB
11	106 dB	111 dB	112 dB	108 dB	80 dB	86 dB	80 dB	81 dB
12	106 dB	111 dB	110 dB	108 dB	80 dB	86 dB	81 dB	83 dB
13	107 dB	111 dB	110 dB	109 dB	80 dB	87 dB	81 dB	83 dB
14	108 dB	111 dB	109 dB	108 dB	78 dB	89 dB	82 dB	83 dB
15	110 dB	113 dB	109 dB	109 dB	79 dB	89 dB	82 dB	83 dB
16	110 dB	112 dB	109 dB	111 dB	78 dB	90 dB	82 dB	84 dB
17	110 dB	113 dB	105 dB	111 dB	78 dB	89 dB	84 dB	84 dB
18	107 dB	113 dB	106 dB	112 dB	78 dB	89 dB	84 dB	85 dB
19	108 dB	114 dB	103 dB	114 dB	79 dB	88 dB	85 dB	85 dB
20	104 dB	114 dB	104 dB	113 dB	77 dB	86 dB	86 dB	85 dB
21	105 dB	115 dB	107 dB	113 dB	79 dB	85 dB	86 dB	85 dB
22	106 dB	112 dB	106 dB	110 dB	79 dB	83 dB	86 dB	86 dB
23	107 dB	110 dB	108 dB	110 dB	81 dB	83 dB	87 dB	85 dB
24	109 dB	108 dB	108 dB	110 dB	81 dB	81 dB	85 dB	84 dB
25	109 dB	107 dB	106 dB	108 dB	81 dB	84 dB	85 dB	82 dB
26	111 dB	105 dB	106 dB	108 dB	83 dB	84 dB	84 dB	82 dB
27	106 dB	106 dB	106 dB	107 dB	83 dB	86 dB	83 dB	81 dB
28	103 dB	105 dB	105 dB	107 dB	82 dB	87 dB	82 dB	80 dB
29	102 dB	105 dB	105 dB	107 dB	84 dB	87 dB	81 dB	80 dB
30	100 dB	104 dB	105 dB	106 dB	83 dB	87 dB	81 dB	80 dB
Rataan	107,0 dB	109,9 dB	108,5 dB	108,0 dB	80,4 dB	85,8 dB	83,4 dB	82,2 dB
n	30	30	30	30	30	30	30	30
Leq	108,47 dBA				83,41 dBA			

Data Hasil Penelitian di Wilayah Apron Pesawat

No	Jenis Kelamin	Umur (th)	Tingkat Kebisingan	Masa Kerja	Pemakaian APT	Merokok	Tek. Darah (mmHg)		Hiper-tensi	DM	Profil Lemak (mg/dl)				Hiper-lipidemia	NIHL
							Sistolik	Diastolik			Kols. Total	TGS	HDL	LDL		
1	Laki-laki	30	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	130	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
2	Laki-laki	40	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	90	Ya	Tidak	< 200	< 150	< 40	≥ 100	Tidak	Ringan
3	Laki-laki	29	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	110	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
4	Perempuan	20	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	110	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
5	Laki-laki	34	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	130	80	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
6	Laki-laki	37	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	90	60	Tidak	Tidak	≥ 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Tidak
7	Laki-laki	29	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
8	Perempuan	25	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	110	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
9	Laki-laki	47	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	130	70	Tidak	Ya	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
10	Laki-laki	34	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	90	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
11	Laki-laki	37	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	110	70	Tidak	Tidak	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
12	Laki-laki	27	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Ya	80	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
13	Laki-laki	51	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	140	80	Ya	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Sedang
14	Laki-laki	27	Bising	< 5 tahun	Selalu	Ya	100	60	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
15	Perempuan	26	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	90	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
16	Perempuan	23	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
17	Perempuan	33	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	80	50	Tidak	Tidak	≥ 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Tidak
18	Laki-laki	25	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	100	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
19	Laki-laki	44	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	140	100	Ya	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Sedang
20	Laki-laki	28	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
21	Perempuan	31	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	130	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
22	Laki-laki	41	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	150	100	Ya	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
23	Laki-laki	31	Bising	< 5 tahun	Selalu	Ya	120	70	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
24	Laki-laki	30	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	140	80	Ya	Ya	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
25	Laki-laki	34	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Ya	140	90	Ya	Ya	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
26	Laki-laki	34	Bising	< 5 tahun	Selalu	Ya	90	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
27	Laki-laki	35	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Ya	130	90	Ya	Tidak	≥ 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Ringan

No	Jenis Kelamin	Umur (th)	Tingkat Kebisingan	Masa Kerja	Pemakaian APT	Merokok	Tek. Darah (mmHg)		Hipertensi	DM	Profil Lemak (mg/dl)				Hipertensi lipidemia	NIHL
							Sistolik	Diastolik			Kols. Total	TGS	HDL	LDL		
28	Laki-laki	30	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	80	60	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
29	Perempuan	20	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	100	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
30	Laki-laki	35	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	100	70	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Tidak
31	Laki-laki	32	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	80	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
32	Laki-laki	46	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	90	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
33	Perempuan	34	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	90	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
34	Laki-laki	35	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	130	80	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
35	Laki-laki	38	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Ya	140	90	Ya	Ya	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
36	Laki-laki	28	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
37	Laki-laki	37	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	110	60	Tidak	Tidak	≥ 200	< 150	< 40	≥ 100	Tidak	Ringan
38	Laki-laki	29	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	110	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
39	Laki-laki	46	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	130	80	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Tidak
40	Laki-laki	39	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	130	70	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
41	Laki-laki	21	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	100	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
42	Laki-laki	29	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	80	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
43	Laki-laki	38	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	90	50	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
44	Laki-laki	33	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	120	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
45	Laki-laki	32	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Ringan
46	Laki-laki	38	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	100	70	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
47	Laki-laki	37	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	80	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
48	Laki-laki	31	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	140	80	Ya	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
49	Laki-laki	44	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	90	Ya	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Sedang
50	Laki-laki	51	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	130	100	Ya	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
51	Laki-laki	38	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	110	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
52	Laki-laki	34	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	100	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
53	Laki-laki	54	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	90	60	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
54	Laki-laki	33	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
55	Laki-laki	35	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	90	50	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan

No	Jenis Kelamin	Umur (th)	Tingkat Kebisingan	Masa Kerja	Pemakaian APT	Merokok	Tek. Darah (mmHg)		Hipertensi	DM	Profil Lemak (mg/dl)				Hipertensi lipidemia	NIHL
							Sistolik	Diastolik			Kols. Total	TGS	HDL	LDL		
56	Perempuan	32	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
57	Laki-laki	37	Bising	< 5 tahun	Selalu	Ya	90	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
58	Perempuan	33	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	90	60	Tidak	Tidak	≥ 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Tidak
59	Laki-laki	36	Bising	< 5 tahun	Selalu	Ya	130	80	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
60	Laki-laki	32	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	100	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	≥ 100	Tidak	Tidak
61	Laki-laki	33	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Tidak
62	Laki-laki	28	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	110	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
63	Laki-laki	27	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	130	100	Ya	Ya	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
64	Laki-laki	42	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	140	90	Ya	Tidak	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
65	Laki-laki	36	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	110	70	Tidak	Tidak	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
66	Laki-laki	46	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	100	70	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
67	Laki-laki	31	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	100	60	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
68	Laki-laki	42	Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	120	90	Ya	Ya	≥ 200	< 150	< 40	≥ 100	Tidak	Tidak
69	Laki-laki	35	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	120	90	Ya	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
70	Perempuan	20	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	90	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
71	Perempuan	35	Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	110	70	Tidak	Tidak	≥ 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Tidak
72	Laki-laki	30	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	110	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
73	Perempuan	20	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	90	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
74	Laki-laki	40	Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	80	50	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Sedang
75	Laki-laki	35	Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak

Data Hasil Penelitian di Wilayah Kantor *Airport Service*

No	Jenis Kelamin	Umur (th)	Tingkat Kebisingan	Masa Kerja	Pemakaian APT	Merokok	Tek. Darah (mmHg)		Hipertensi	DM	Profil Lemak (mg/dl)				Hiperlipidemia	NIHL
							Sistolik	Diastolik			Kols. Total	TGS	HDL	LDL		
1	Perempuan	23	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	110	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
2	Laki-laki	34	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Ya	130	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
3	Laki-laki	29	Tdk Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	90	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
4	Perempuan	30	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	120	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
5	Laki-laki	38	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	130	80	Tidak	Tidak	≥ 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Tidak
6	Perempuan	28	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	100	70	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
7	Perempuan	25	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	110	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
8	Perempuan	33	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	130	80	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
9	Perempuan	23	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	90	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
10	Laki-laki	37	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	100	50	Tidak	Tidak	≥ 200	< 150	< 40	≥ 100	Tidak	Tidak
11	Perempuan	35	Tdk Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	90	60	Tidak	Ya	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
12	Laki-laki	35	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Ya	130	90	Ya	Ya	< 200	≥ 150	< 40	≥ 100	Tidak	Ringan
13	Laki-laki	30	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	110	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
14	Perempuan	34	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	100	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
15	Laki-laki	46	Tdk Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Tidak
16	Laki-laki	27	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Ya	130	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
17	Perempuan	41	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Ya	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
18	Laki-laki	46	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	130	90	Ya	Ya	≥ 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Tidak
19	Laki-laki	40	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	110	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
20	Perempuan	31	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	130	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
21	Laki-laki	29	Tdk Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	120	70	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	≥ 100	Tidak	Tidak
22	Perempuan	31	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	110	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
23	Laki-laki	35	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	120	80	Tidak	Tidak	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Tidak
24	Perempuan	26	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	110	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
25	Laki-laki	34	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Ya	140	80	Ya	Tidak	≥ 200	< 150	≥ 40	< 100	Tidak	Tidak
26	Perempuan	28	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	110	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
27	Perempuan	27	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	90	60	Tidak	Ya	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak

No	Jenis Kelamin	Umur (th)	Tingkat Kebisingan	Masa Kerja	Pemakaian APT	Merokok	Tek. Darah (mmHg)		Hiper-tensi	DM	Profil Lemak (mg/dl)				Hiper-lipidemia	NIHL
							Sistolik	Diastolik			Kols. Total	TGS	HDL	LDL		
28	Laki-laki	27	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Ya	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
29	Perempuan	34	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	100	60	Tidak	Tidak	< 200	≥ 150	< 40	≥ 100	Tidak	Tidak
30	Perempuan	37	Tdk Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	100	70	Tidak	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Tidak
31	Perempuan	22	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	110	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
32	Laki-laki	29	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	100	60	Tidak	Tidak	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
33	Laki-laki	32	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
34	Laki-laki	28	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	70	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
35	Perempuan	32	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	80	60	Tidak	Tidak	≥ 200	< 150	< 40	≥ 100	Tidak	Tidak
36	Laki-laki	25	Tdk Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	90	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
37	Perempuan	29	Tdk Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	90	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
38	Laki-laki	42	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Ya	140	90	Ya	Ya	< 200	≥ 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
39	Perempuan	34	Tdk Bising	< 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	120	80	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
40	Laki-laki	44	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Tdk Selalu	Tidak	130	90	Ya	Ya	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Ringan
41	Perempuan	24	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	100	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
42	Laki-laki	38	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Ya	130	90	Ya	Tidak	≥ 200	≥ 150	≥ 40	≥ 100	Ya	Tidak
43	Laki-laki	51	Tdk Bising	≥ 5 tahun	Selalu	Tidak	140	80	Ya	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Ringan
44	Perempuan	30	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	100	60	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak
45	Perempuan	33	Tdk Bising	< 5 tahun	Selalu	Tidak	80	50	Tidak	Tidak	< 200	< 150	< 40	< 100	Tidak	Tidak

Hasil Pengolahan Data

Crosstabs

NIHL * Kebisingan Crosstabulation

			Kebisingan		Total
			Bising	Tidak Bising	
NIHL	Tidak	Count	48	38	86
		% within Kebisingan	64.0%	84.4%	71.7%
	Ringan	Count	23	7	30
		% within Kebisingan	30.7%	15.6%	25.0%
	Sedang	Count	4	0	4
		% within Kebisingan	5.3%	.0%	3.3%
Total		Count	75	45	120
		% within Kebisingan	100.0%	100.0%	100.0%

Crosstabs

Jenis Kelamin * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Jenis Kelamin	Laki-laki	Count	27	35	62
			% within NIHL	100.0%	72.9%	82.7%
		Perempuan	Count	0	13	13
			% within NIHL	.0%	27.1%	17.3%
	Total		Count	27	48	75
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%
Tidak Bising	Jenis Kelamin	Laki-laki	Count	5	17	22
			% within NIHL	71.4%	44.7%	48.9%
		Perempuan	Count	2	21	23
			% within NIHL	28.6%	55.3%	51.1%
	Total		Count	7	38	45
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%

Crosstabs

Umur * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Umur	20 - 29 th	Count	4	15	19
			% within NIHL	14.8%	31.2%	25.3%
		30 - 39 th	Count	13	29	42
			% within NIHL	48.1%	60.4%	56.0%
		40 - 49 th	Count	7	4	11
			% within NIHL	25.9%	8.3%	14.7%
		50 - 59 th	Count	3	0	3
			% within NIHL	11.1%	.0%	4.0%
Total		Count	27	48	75	
		% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%	
Tidak Bising	Umur	20 - 29 th	Count	1	16	17
			% within NIHL	14.3%	42.1%	37.8%
		30 - 39 th	Count	2	19	21
			% within NIHL	28.6%	50.0%	46.7%
		40 - 49 th	Count	3	3	6
			% within NIHL	42.9%	7.9%	13.3%
		50 - 59 th	Count	1	0	1
			% within NIHL	14.3%	.0%	2.2%
Total		Count	7	38	45	
		% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%	

Crosstabs

Masa Kerja * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Masa Kerja	> 5 tahun	Count	20	10	30
			% within NIHL	74.1%	20.8%	40.0%
		< 5 tahun	Count	7	38	45
			% within NIHL	25.9%	79.2%	60.0%
		Total	Count	27	48	75
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%
Tidak Bising	Masa Kerja	> 5 tahun	Count	5	13	18
			% within NIHL	71.4%	34.2%	40.0%
		< 5 tahun	Count	2	25	27
			% within NIHL	28.6%	65.8%	60.0%
		Total	Count	7	38	45
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%

Crosstabs

Pemakaian APT * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Pemakaian APT	Selalu	Count	7	26	33
			% within NIHL	25.9%	54.2%	44.0%
		Tidak Selalu	Count	20	22	42
			% within NIHL	74.1%	45.8%	56.0%
	Total	Count	27	48	75	
		% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%	
Tidak Bising	Pemakaian APT	Selalu	Count	3	25	28
			% within NIHL	42.9%	65.8%	62.2%
		Tidak Selalu	Count	4	13	17
			% within NIHL	57.1%	34.2%	37.8%
	Total	Count	7	38	45	
		% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%	

Crosstabs

Merokok * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Merokok	Ya	Count	9	15	24
			% within NIHL	33.3%	31.2%	32.0%
		Tidak	Count	18	33	51
			% within NIHL	66.7%	68.8%	68.0%
	Total	Count	27	48	75	
		% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%	
Tidak Bising	Merokok	Ya	Count	3	10	13
			% within NIHL	42.9%	26.3%	28.9%
		Tidak	Count	4	28	32
			% within NIHL	57.1%	73.7%	71.1%
	Total	Count	7	38	45	
		% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%	

Crosstabs

Tekanan Darah Sistolik * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Tekanan Darah Sistolik	≥ 140 mmHg	Count	5	3	8
			% within NIHL	18.5%	6.2%	10.7%
		< 140 mmHg	Count	22	45	67
			% within NIHL	81.5%	93.8%	89.3%
	Total		Count	27	48	75
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%
Tidak Bising	Tekanan Darah Sistolik	≥ 140 mmHg	Count	2	1	3
			% within NIHL	28.6%	2.6%	6.7%
		< 140 mmHg	Count	5	37	42
			% within NIHL	71.4%	97.4%	93.3%
	Total		Count	7	38	45
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%

Tekanan Darah Diastolik * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Tekanan Darah Diastolik	≥ 90 mmHg	Count	9	3	12
			% within NIHL	33.3%	6.2%	16.0%
		< 90 mmHg	Count	18	45	63
			% within NIHL	66.7%	93.8%	84.0%
	Total		Count	27	48	75
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%
Tidak Bising	Tekanan Darah Diastolik	≥ 90 mmHg	Count	3	2	5
			% within NIHL	42.9%	5.3%	11.1%
		< 90 mmHg	Count	4	36	40
			% within NIHL	57.1%	94.7%	88.9%
	Total		Count	7	38	45
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%

Hipertensi * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Hipertensi	Ya	Count	11	4	15
			% within NIHL	40.7%	8.3%	20.0%
		Tidak	Count	16	44	60
			% within NIHL	59.3%	91.7%	80.0%
	Total		Count	27	48	75
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%
Tidak Bising	Hipertensi	Ya	Count	4	3	7
			% within NIHL	57.1%	7.9%	15.6%
		Tidak	Count	3	35	38
			% within NIHL	42.9%	92.1%	84.4%
	Total		Count	7	38	45
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%

Crosstabs

DM * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	DM	Ya	Count	12	7	19
			% within NIHL	44.4%	14.6%	25.3%
		Tidak	Count	15	41	56
			% within NIHL	55.6%	85.4%	74.7%
	Total		Count	27	48	75
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%
Tidak Bising	DM	Ya	Count	5	4	9
			% within NIHL	71.4%	10.5%	20.0%
		Tidak	Count	2	34	36
			% within NIHL	28.6%	89.5%	80.0%
	Total		Count	7	38	45
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%

Crosstabs

Kolesterol Total * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Kolesterol Total	≥ 200 mg/dl	Count	16	7	23
			% within NIHL	59.3%	14.6%	30.7%
		< 200 mg/dl	Count	11	41	52
			% within NIHL	40.7%	85.4%	69.3%
	Total		Count	27	48	75
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%
Tidak Bising	Kolesterol Total	≥ 200 mg/dl	Count	2	9	11
			% within NIHL	28.6%	23.7%	24.4%
		< 200 mg/dl	Count	5	29	34
			% within NIHL	71.4%	76.3%	75.6%
	Total		Count	7	38	45
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%

Trigliserida * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Trigliserida	≥ 150 mg/dl	Count	16	8	24
			% within NIHL	59.3%	16.7%	32.0%
		< 150 mg/dl	Count	11	40	51
			% within NIHL	40.7%	83.3%	68.0%
	Total		Count	27	48	75
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%
Tidak Bising	Trigliserida	≥ 150 mg/dl	Count	4	8	12
			% within NIHL	57.1%	21.1%	26.7%
		< 150 mg/dl	Count	3	30	33
			% within NIHL	42.9%	78.9%	73.3%
	Total		Count	7	38	45
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%

HDL * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	HDL	≥ 40 mg/dl	Count	16	7	23
			% within NIHL	59.3%	14.6%	30.7%
		< 40 mg/dl	Count	11	41	52
			% within NIHL	40.7%	85.4%	69.3%
	Total		Count	27	48	75
				% within NIHL	100.0%	100.0%
Tidak Bising	HDL	≥ 40 mg/dl	Count	2	7	9
			% within NIHL	28.6%	18.4%	20.0%
		< 40 mg/dl	Count	5	31	36
			% within NIHL	71.4%	81.6%	80.0%
	Total		Count	7	38	45
				% within NIHL	100.0%	100.0%

LDL * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	LDL	≥ 100 mg/dl	Count	16	4	20
			% within NIHL	59.3%	8.3%	26.7%
		< 100 mg/dl	Count	11	44	55
			% within NIHL	40.7%	91.7%	73.3%
	Total		Count	27	48	75
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%
Tidak Bising	LDL	≥ 100 mg/dl	Count	3	8	11
			% within NIHL	42.9%	21.1%	24.4%
		< 100 mg/dl	Count	4	30	34
			% within NIHL	57.1%	78.9%	75.6%
	Total		Count	7	38	45
			% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%

Hiperlipidemia * NIHL * Kebisingan Crosstabulation

Kebisingan				NIHL		Total
				Ya	Tidak	
Bising	Hiperlipidemia	Ya	Count	14	2	16
			% within NIHL	51.9%	4.2%	21.3%
		Tidak	Count	13	46	59
			% within NIHL	48.1%	95.8%	78.7%
	Total		Count	27	48	75
		% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%	
Tidak Bising	Hiperlipidemia	Ya	Count	2	4	6
			% within NIHL	28.6%	10.5%	13.3%
		Tidak	Count	5	34	39
			% within NIHL	71.4%	89.5%	86.7%
	Total		Count	7	38	45
		% within NIHL	100.0%	100.0%	100.0%	

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kebisingan * NIHL	120	100.0%	0	.0%	120	100.0%

Kebisingan * NIHL Crosstabulation

			NIHL		Total
			Ya	Tidak	
Kebisingan	Bising	Count	27	48	75
		% within Kebisingan	36.0%	64.0%	100.0%
	Tidak Bising	Count	7	38	45
		% within Kebisingan	15.6%	84.4%	100.0%
Total		Count	34	86	120
		% within Kebisingan	28.3%	71.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	5.789 ^a	1	.016	.021	.012
Continuity Correction ^b	4.826	1	.028		
Likelihood Ratio	6.145	1	.013		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	5.741	1	.017		
N of Valid Cases ^b	120				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 12,75.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kebisingan (Bising / Tidak Bising)	3.054	1.200	7.770
For cohort NIHL = Ya	2.314	1.099	4.873
For cohort NIHL = Tidak	.758	.614	.936
N of Valid Cases	120		

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Umur * NIHL	120	100.0%	0	.0%	120	100.0%

Umur * NIHL Crosstabulation

			NIHL		Total
			Ya	Tidak	
Umur	> 40 tahun	Count	14	7	21
		% within Umur	66.7%	33.3%	100.0%
	< 40 tahun	Count	20	79	99
		% within Umur	20.2%	79.8%	100.0%
Total	Count	34	86	120	
	% within Umur	28.3%	71.7%	100.0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	18.421 ^a	1	.000	.000	.000
Continuity Correction ^b	16.203	1	.000		
Likelihood Ratio	16.692	1	.000		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	18.267	1	.000		
N of Valid Cases ^b	120				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,95.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Umur (> 40 tahun / < 40 tahun)	7.900	2.816	22.160
For cohort NIHL = Ya	3.300	2.012	5.412
For cohort NIHL = Tidak	.418	.226	.771
N of Valid Cases	120		

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Masa Kerja * NIHL	120	100.0%	0	.0%	120	100.0%

Masa Kerja * NIHL Crosstabulation

			NIHL		Total
			Ya	Tidak	
Masa Kerja	> 5 tahun	Count	25	23	48
		% within Masa Kerja	52.1%	47.9%	100.0%
	< 5 tahun	Count	9	63	72
		% within Masa Kerja	12.5%	87.5%	100.0%
Total	Count	34	86	120	
	% within Masa Kerja	28.3%	71.7%	100.0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	22.223 ^a	1	.000	.000	.000
Continuity Correction ^b	20.316	1	.000		
Likelihood Ratio	22.344	1	.000		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	22.038	1	.000		
N of Valid Cases ^b	120				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 13,60.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Masa Kerja (> 5 tahun / < 5 tahun)	7.609	3.096	18.699
For cohort NIHL = Ya	4.167	2.135	8.132
For cohort NIHL = Tidak	.548	.403	.745
N of Valid Cases	120		

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Pemakaian APT * NIHL	120	100.0%	0	.0%	120	100.0%

Pemakaian APT * NIHL Crosstabulation

			NIHL		Total
			Ya	Tidak	
Pemakaian APT	Selalu	Count	10	51	61
		% within Pemakaian APT	16.4%	83.6%	100.0%
	Tidak Selalu	Count	24	35	59
		% within Pemakaian APT	40.7%	59.3%	100.0%
Total		Count	34	86	120
		% within Pemakaian APT	28.3%	71.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	8.711 ^a	1	.003	.004	.003
Continuity Correction ^b	7.556	1	.006		
Likelihood Ratio	8.901	1	.003		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	8.638	1	.003		
N of Valid Cases ^b	120				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16,72.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Pemakaian APT (Selalu / Tidak Selalu)	.286	.122	.672
For cohort NIHL = Ya	.403	.211	.768
For cohort NIHL = Tidak	1.409	1.110	1.789
N of Valid Cases	120		

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Merokok * NIHL	120	100.0%	0	.0%	120	100.0%

Merokok * NIHL Crosstabulation

			NIHL		Total
			Ya	Tidak	
Merokok	Ya	Count	12	25	37
		% within Merokok	32.4%	67.6%	100.0%
	Tidak	Count	22	61	83
		% within Merokok	26.5%	73.5%	100.0%
Total		Count	34	86	120
		% within Merokok	28.3%	71.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.443 ^a	1	.506	.518	.324
Continuity Correction ^b	.199	1	.656		
Likelihood Ratio	.436	1	.509		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	.439	1	.508		
N of Valid Cases ^b	120				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 10,48.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (Ya / Tidak)	1.331	.573	3.093
For cohort NIHL = Ya	1.224	.680	2.201
For cohort NIHL = Tidak	.919	.710	1.190
N of Valid Cases	120		

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hipertensi * NIHL	120	100.0%	0	.0%	120	100.0%

Hipertensi * NIHL Crosstabulation

			NIHL		Total
			Ya	Tidak	
Hipertensi	Ya	Count	15	7	22
		% within Hipertensi	68.2%	31.8%	100.0%
	Tidak	Count	19	79	98
		% within Hipertensi	19.4%	80.6%	100.0%
Total	Count		34	86	120
	% within Hipertensi		28.3%	71.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	21.066 ^a	1	.000	.000	.000
Continuity Correction ^b	18.732	1	.000		
Likelihood Ratio	19.144	1	.000		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	20.891	1	.000		
N of Valid Cases ^b	120				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,23.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Hipertensi (Ya / Tidak)	8.910	3.189	24.894
For cohort NIHL = Ya	3.517	2.145	5.766
For cohort NIHL = Tidak	.395	.212	.733
N of Valid Cases	120		

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
DM * NIHL	120	100.0%	0	.0%	120	100.0%

DM * NIHL Crosstabulation

			NIHL		Total
			Ya	Tidak	
DM	Ya	Count	17	11	28
		% within DM	60.7%	39.3%	100.0%
	Tidak	Count	17	75	92
		% within DM	18.5%	81.5%	100.0%
Total	Count		34	86	120
	% within DM		28.3%	71.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	18.859 ^a	1	.000	.000	.000
Continuity Correction ^b	16.836	1	.000		
Likelihood Ratio	17.481	1	.000		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	18.702	1	.000		
N of Valid Cases ^b	120				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7.93.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for DM (Ya / Tidak)	6.818	2.708	17.164
For cohort NIHL = Ya	3.286	1.949	5.540
For cohort NIHL = Tidak	.482	.301	.772
N of Valid Cases	120		

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hiperlipidemia * NIHL	120	100.0%	0	.0%	120	100.0%

Hiperlipidemia * NIHL Crosstabulation

			NIHL		Total
			Ya	Tidak	
Hiperlipidemia	Ya	Count	16	6	22
		% within Hiperlipidemia	72.7%	27.3%	100.0%
	Tidak	Count	18	80	98
		% within Hiperlipidemia	18.4%	81.6%	100.0%
Total	Count		34	86	120
	% within Hiperlipidemia		28.3%	71.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	26.146 ^a	1	.000	.000	.000
Continuity Correction ^b	23.538	1	.000		
Likelihood Ratio	23.800	1	.000		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	25.928	1	.000		
N of Valid Cases ^b	120				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,23.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Hiperlipidemia (Ya / Tidak)	11.852	4.071	34.502
For cohort NIHL = Ya	3.960	2.427	6.461
For cohort NIHL = Tidak	.334	.168	.665
N of Valid Cases	120		

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	120	100.0
	Missing Cases	0	.0
	Total	120	100.0
Unselected Cases		0	.0
Total		120	100.0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
Tidak	0
Ya	1

Categorical Variables Codings

			Parameter coding
		Frequency	(1)
Hiperlipidemia	Ya	22	1.000
	Tidak	98	.000
Umur	> 40 tahun	21	1.000
	< 40 tahun	99	.000
Masa Kerja	> 5 tahun	48	1.000
	< 5 tahun	72	.000
Pemakaian APT	Selalu	61	1.000
	Tidak Selalu	59	.000
Merokok	Ya	37	1.000
	Tidak	83	.000
DM	Ya	28	1.000
	Tidak	92	.000
Hipertensi	Ya	22	1.000
	Tidak	98	.000
Kebisingan	Bising	75	1.000
	Kurang Bising	45	.000

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a,b}

Observed			Predicted		
			NIHL		Percentage Correct
			Tidak	Ya	
Step 0	NIHL	Tidak	86	0	100.0
		Ya	34	0	.0
	Overall Percentage				71.7

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	-.928	.203	20.984	1	.000	.395

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	Kebisingan(1)	5.789	1	.016
		Umur(1)	18.421	1	.000
		Kerja(1)	22.223	1	.000
		APT(1)	8.711	1	.003
		Merokok(1)	.443	1	.506
		HT(1)	21.066	1	.000
		DM(1)	18.859	1	.000
		Hiperlipidemia(1)	26.146	1	.000
	Overall Statistics		54.074	8	.000

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	65.215	8	.000
	Block	65.215	8	.000
	Model	65.215	8	.000

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	77.843 ^a	.419	.602

a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than ,001.

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	11.993	7	.101

Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test

		NIHL = Tidak		NIHL = Ya		Total
		Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	1	18	17.929	0	.071	18
	2	16	16.718	1	.282	17
	3	9	9.627	1	.373	10
	4	7	7.145	1	.855	8
	5	12	11.145	1	1.855	13
	6	12	9.599	0	2.401	12
	7	4	7.105	8	4.895	12
	8	7	4.783	6	8.217	13
	9	1	1.948	16	15.052	17

Classification Table^a

Observed			Predicted		Percentage Correct
			NIHL		
			Tidak	Ya	
Step 1	NIHL	Tidak	78	8	90.7
		Ya	6	28	82.4
	Overall Percentage				88.3

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95,0% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	Kebisingan(1)	1.547	.684	5.115	1	.024	4.698	1.229	17.956
	Umur(1)	.157	.813	.037	1	.847	1.170	.238	5.751
	Kerja(1)	2.277	.702	10.522	1	.001	9.747	2.462	38.580
	APT(1)	-2.162	.759	8.113	1	.004	.115	.026	.510
	Merokok(1)	-.344	.695	.245	1	.620	.709	.181	2.769
	HT(1)	2.178	.877	6.167	1	.013	8.833	1.583	49.296
	DM(1)	.506	.835	.368	1	.544	1.659	.323	8.513
	Hiperlipidemia(1)	1.835	.779	5.551	1	.018	6.265	1.361	28.837
	Constant	-3.341	.834	16.044	1	.000	.035		

a. Variable(s) entered on step 1: Kebisingan, Umur, Kerja, APT, Merokok, HT, DM, Hiperlipidemia.

Lampiran 7 Foto-foto Kegiatan Penelitian

